Class *Book*

University of Chicago Library

BERLIN COLLECTION

GIVEN BY

MARTIN A. RYERSON

H. H. KOHLSAAT BYRON L. SMITH

CHAS. L. HUTCHINSON C. R. CRANE

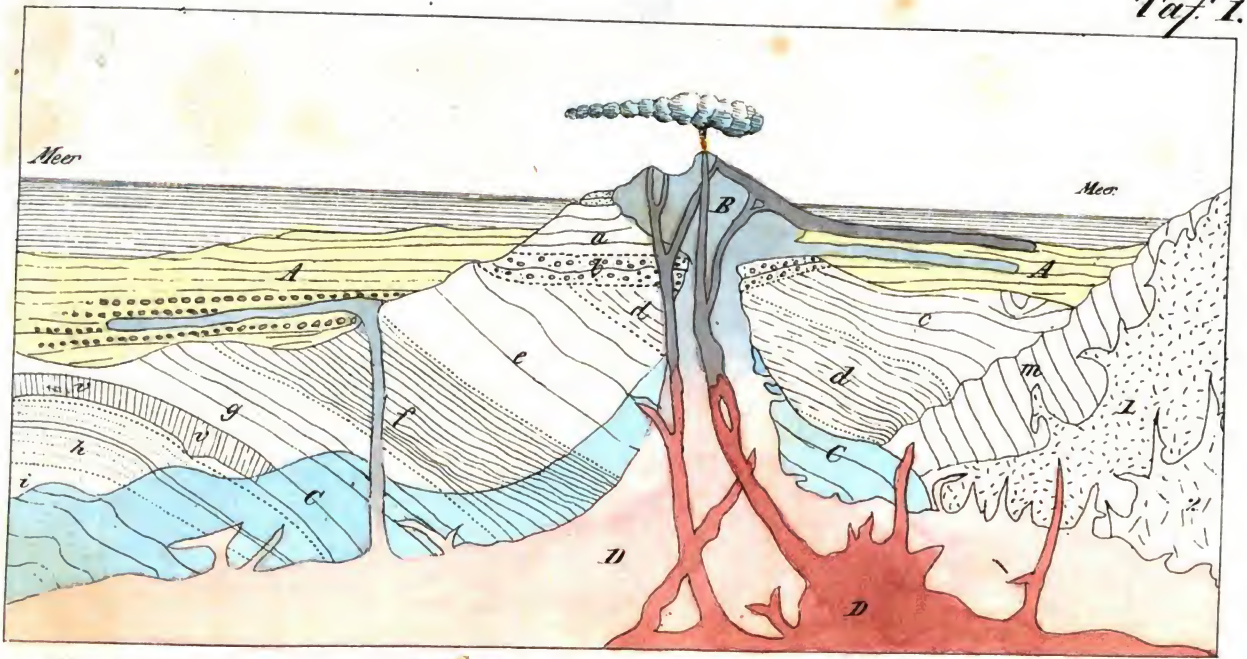
H. A. RUST CYRUS H. MCCORMICK

A. A. SPRAGUE C. J. SINGER

Digitized by Google

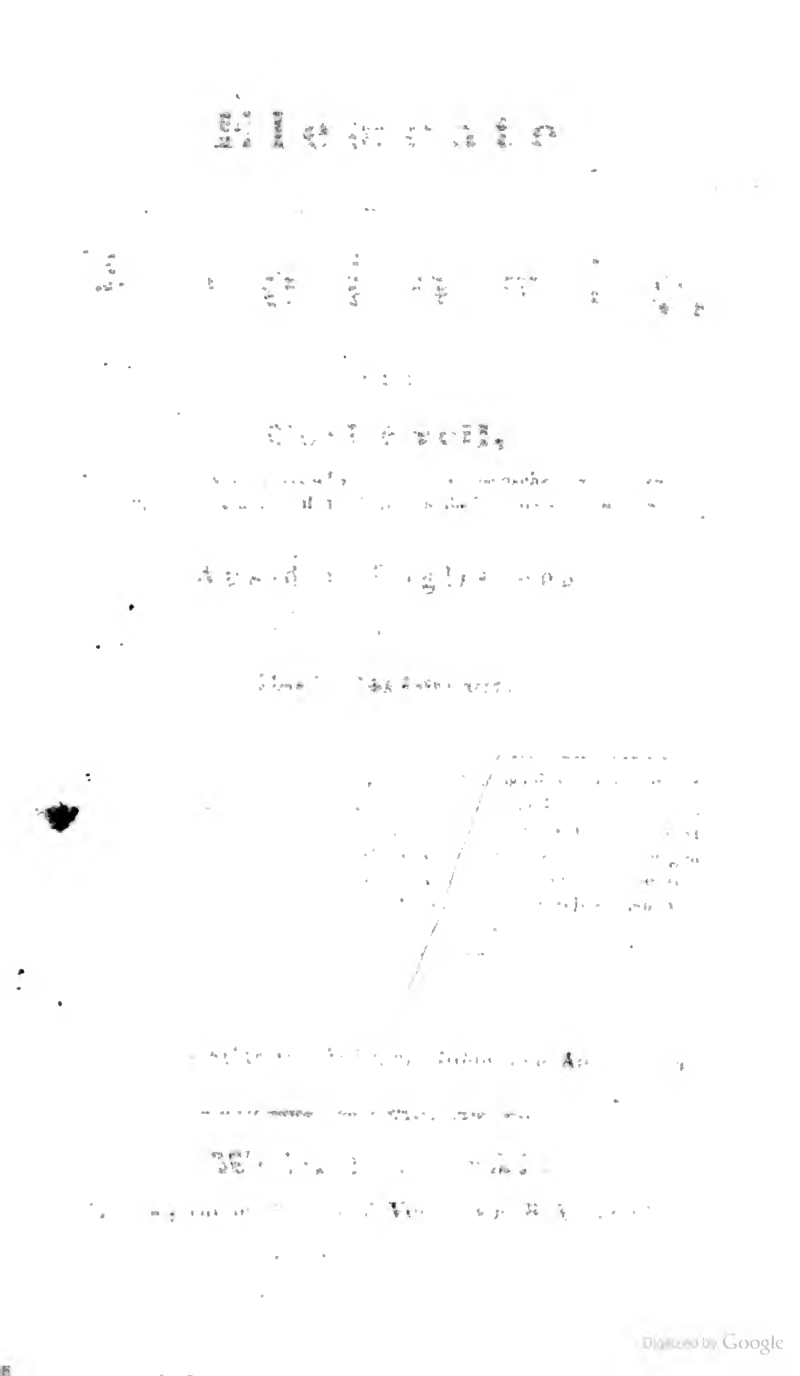
Digitized by Google

Taf. I.



Wässerige Felsarten. Vulkanische Metamorphische Plutonische

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

Elemente

der

Geologie.

Von

Charles

Carl Lyell,

Mitgliede der königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu London, Vicepräsident der geologischen Gesellschaft daselbst u. s. w.

Aus dem Englischen

von

Carl Hartmann.

„Es gibt eine Philosophie, die nimmer ruhet — ihr Gesetz ist Fortschreiten; ein gestern noch unsichtbarer Punkt ist heute ihr Ziel und wird morgen die Schranke seyn, von der sie ausgeht.“ Edinburgh Review. No. 132. 83. Juli 1837.

Nebst einem Atlas mit 36 Tafeln lithograph. Abbildungen.

Weimar, 1839.

Druck, Lithographie und Verlag von B. F. Voigt.

Digitized by Google

QE26
.L874

Berlin Collection

Digitized by Google

953624

Zuschrift

an

Herrn

Dr. Rud. Holzapfel,

Oberlehrer am Kölnschen Realgymnasium zu Berlin.

Die vorliegende Arbeit, die mir grosse Belehrung und hohen Genuss gewährt hat, so dass ich nur ihre zu baldige Vollendung bedauerte, widme ich Dir, mein theurer Schwager, den ich schon damals, als wir die herrlichen Gebirge meines vaterländischen Harzes mit einander durchwanderten, auf das hohe Interesse der Geologie aufmerksam machte, die in dieser Beziehung kaum einer andern Wissenschaft nachsteht. Denn ist es denn nicht Sache jedes Gebildeten, die natürliche Entwickelungsgeschichte des Weltkörpers kennen zu lernen, auf dem wir leben, den

Digitized by Google

wir als unser Eigenthum benutzen; ist es nicht eine erhabene Aufgabe, Anfang und Ziel dieser Entwickelungsgeschichte zu erforschen, deren Endresultat der unumstössliche Beweis von dem Daseyn Gottes ist? Nimm, mein theurer Rudolph, das so leicht zugängliche Werkchen als Zeichen meiner Achtung und Liebe auf!

Braunschweig, den 15. Juni 1839.

C. Hartmann.

Digitized by Google

Vorrede des Verfassers.

Ein Theil des vorliegenden Buchs wurde ursprünglich in der Gestalt eines Supplements zu meinem frühern Werke, den „Grundsätzen der Geologie“ *) geschrieben und war eigentlich für den Gebrauch derjenigen Geologen, namentlich der Anfänger, bestimmt, denen mehrere Kapitel in den Grundsätzen wegen Mangel an einleitenden Kenntnissen undeutlich bleiben mussten. Später überlegte ich, dass es nicht unvereinbar mit dem obigen Zwecke seyn würde,

*) Der erste Theil der ersten Auflage dieser *Principles of G.* erschien im Januar 1830, der dritte und letzte Theil im Mai 1833. Die fünfte Auflage in 4 Bänden im Mai 1837. Der Uebersetzer dieses Werks lieferte nach den ersten beiden Auflagen in den Jahren 1833—35 eine Uebersetzung unter dem Titel: „Lehrbuch der Geologie. Eine Untersuchung, in wiefern die frühern Veränderungen der Erdoberfläche auf jetzt thätige Ursachen zurückzuführen sind.“ (Quedlinburg in 3 Bänden.) Die neuern Auflagen des Originals sind gänzlich umgearbeitet; sobald die sechste Auflage erscheint, wird auch der Uebersetzer eine andere deutsche Ausgabe besorgen.

Digitized by Google

die „Elemente“ zu einem unabhängigen Buche zu erweitern, welches als Einleitung in die eigentliche Geologie diente. Da ich nun auf diese Weise der Verfasser zweier allgemeiner Werke über eine und dieselbe Wissenschaft geworden bin, so ist es zweckmässig, dem Leser aus einander zu setzen, dass beide wirklich einen gänzlich verschiedenen Boden bebauen.

In den Grundsätzen der Geologie ist eine systematische Uebersicht von den Wirkungen unorganischer Ursachen, wie Flüsse, Quellen, Fluth, Strömungen, Vulkane und Erdbeben gegeben worden; die Wirkungen aller sind besonders und in Beziehung auf den Zweck, geologische Erscheinungen zu erläutern, betrachtet. Auch die Veränderungen, welche die organische Welt in neuern Zeiten erlitten hat, die geographische Vertheilung gewisser Thier- und Pflanzenspecies, die Ursachen ihrer Vermehrung, ihres Erlöschens und ihre erste Einführung sind besprochen und die verschiedenen Wege angegeben, auf denen ihre Reste in neuer Bildung fossil geworden sind. Der Anfänger, welcher mit diesem bedeutendern Theile der „Grundsätze“ (die nicht weniger als vier Fünftel des Ganzen umfassen) bekannt ist, wird die Erläuterungen der in den „Elementen“ dargestellten geologischen Erscheinungen leichter verstehen. Auf der andern Seite aber werden Diejenigen, welche mit diesen letztern anfangen, deren Inhalt durch einige Blicke auf das Inhaltsverzeichniss deutlich wird, weit leichter die Bedeutung von demjenigen Theile der „Grundsätze“ verstehen, in welchem der Versuch gemacht worden ist, die Hilfe nachzuweisen, welche die Geologie von den neuern Veränderungen der Erde

Digitized by Google

erlangt hat und denen ein Abriss der Geschichte von den Meinungen vorhergeht, die in dieser Wissenschaft seit den frühesten Zeiten bis jetzt geherrscht haben.

Das Werkchen, welches wir dem Publikum jetzt vorlegen, ist daher weder ein Auszug der „Grundsätze" im Allgemeinen, noch irgend einzelner Theile derselben. Zwar sind hin und wieder Stellen aus denselben angeführt, jedoch sind dieselben durchaus nicht abgekürzt, sondern weit eher ausgedehnt und durch mehrere Holzschnitte noch deutlicher gemacht worden.

Dem Uebersetzer bleibt nach diesem Vorwort des Verfassers wenig zu bemerken übrig. Das Werkchen des unter den Geologen unserer Zeit eine der ersten Stellen einnehmenden Herrn Lyell's ist so vortrefflich, dass es keiner Entschuldigung bedarf, wenn von demselben dem deutschen Publikum eine längst beabsichtigte Uebersetzung vorgelegt wird. Im Allgemeinen ist dieselbe treu, nur hin und wieder, wo Zusätze nöthig waren, sind dieselben gemacht, ohne dass dies jedoch weiter bemerkt worden wäre, da es nöthig war, den Zusammenhang des sehr gedrängt geschriebenen Buchs so wenig als möglich zu unterbrechen. Am meisten Zusätze waren in der zweiten Abtheilung des Werks erforderlich, da Herr Lyell die Verhältnisse von Grossbritannien vorzugsweise berücksichtigte, weshalb die des Festlandes von Europa und besonders Deutschland, so viel als es der Plan des Buchs gestattete, ergänzt worden sind. Die Bogenzahl der Uebersetzung

Digitized by Google

ist, lässt man auch den durch die dem Text des Originals eingedruckten Holzschnitte gewonnenen Raum unberücksichtigt, nicht vermehrt, da der Uebersetzer manches Citat englischer Werke und Abhandlungen, die für Deutschland und namentlich für ein Elementarwerk keinen Werth haben, wegliess und dadurch einen nicht unbedeutenden Platz gewann. — Die Holzschnitte des Originals sind hier in Lithographien verwandelt worden, die mindestens eben so deutlich wie jene und — was hier eine grosse Berücksichtigung verdiente — weit weniger kostbar sind. Möge sich diese Uebersetzung in Deutschland desselben Beifalls zu erfreuen haben, den das Original, wie sein klassisches Seitenstück, die „Grundsätze der Geologie," bereits in einem so hohen Maas erlangt hat.

Digitized by Google

Inhaltsverzeichniss.

Erste Abtheilung.

Kapitel I.

Von den vier grossen Klassen von Gebirgsarten, den neptunischen, vulkanischen, plutonischen und metamorphischen.

Erklärung von Geologie. — Successive Formationen der Erdrinde. — Classifikation der Gesteine nach ihrer Entstehung und ihrem Alter. — Neptunische Felsarten (S. 4). — Ihre Schichtung und die in ihnen eingeschlossenen Versteinerungen (S. 7). — Vulkanische Gebirgsarten mit und ohne Krater (S. 11). — Plutonische Gebirgsarten und ihre Beziehungen zu den vulkanischen (S. 14). — Metamorphische Gebirgsarten und ihre wahrscheinliche Entstehung (S. 16). — Der auf die krystallinischen Gebirgsarten angewendete Ausdruck primitiv ist unrichtig (S. 21). — Eintheilung des Werks in zwei Abtheilungen, von denen die erste die Gebirgsarten ohne Berücksichtigung ihres Alters beschreibt und die andere von ihrer Chronologie handelt (S. 23).

Digitized by Google

Kapitel II.

Von den neptunischen oder im Wasser gebildeten Gebirgsarten, ihrer Zusammensetzung und ihren Schichtungsformen.

Mineralische Zusammensetzung der Gebirgsschichten (S. 24). — Sandsteinartige oder kieselige Gesteine (S. 25). — Thonige (S. 26). — Kalkige (S. 27). - Gyps (S. 30). — Schichtungsverhältnisse (S. 31). — Ursprüngliche horizontale Lage (S. 33).

Kapitel III.

Vorkommen der Versteinerungen — sowohl der Meeres- als Süsswasserversteinerungen — in den Gebirgsschichten.

Von den Versteinerungen nachgewiesene successive Niederschläge (S. 40). — Von Korallen und Muscheln gebildeter Kalkstein (S. 41). — Beweise von der stufenweisen Zunahme der von Versteinerungen gebildeten Schichten (S. 42). — An *Spatangus* hängende *Serpula* (S. 43). — Von *Teredina* angebohrtes Holz (S. 44). — Tripel, Halbopal, Raseneisenstein etc. von Infusorien gebildet (S. 45). — Kreide, hauptsüchlich von organischen Körpern herrührend (S. 49). — Unterschied zwischen Süsswasser- und Meeresbildungen (S. 51). — Geschlechter von Süsswasser- und Landmuscheln (S. 54). — Merkmale zur Erkennung von Meeresmuscheln (S. 56). — *Gyrogonites* und *Chara* (S. 57). — Süsswasserfische (S. 58). — Wechsel der Süsswasser- und Meeresniederschläge (S. 59).

Kapitel IV.

Erhärtung der Schichten und Versteinerungsprocess.

Chemische und mechanische Niederschläge (S. 60). — Verbindung der Theilchen (S. 62). — Erhärtung durch Einwirkung der Luft (S. 65). — Nierenförmige Struktur (S. 66). — Erhärtende Wirkungen des Drucks und der Wärme (S. 67). — Versteinerung organischer Reste

Digitized by Google

(S. 68). — Kalkhaltige Quellen (S. 75). — Der Kieselgehalt des Wassers rührt von der Zersetzung des Feldspaths her (S. 76).

Kapitel V.

Emporhebung der Schichten über das Meer. — Horizontale und geneigte Stellung.

Warum die hohe Lage der Meeresschichten nicht dem Sinken des Meeresspiegels, sondern der Emporhebung des Landes zugeschrieben werden muss (S. 79). — Emporhebung ausgedehnter Massen horizontaler Schichten (S. 81). — Geneigte Schichtung (S. 85). — Gebogene Schichten und Theorie der Biegung durch Seitendruck (S. 88). — Fallen und Streichen (S. 91). — Ungleichförmige abweichende und übergreifende Lagerung (S. 97). — Brüche und Spalten der Schichten (S. 98). — Verwerfungen (S. 99).

Kap. VI.

Entblössung und Bildung des Alluviums.

Definition von Entblössung (S. 104). — Ebene Oberfläche in Gegenden, in denen grosse Rücken vorhanden sind (S. 107). — Wie man das Alluvium von dem anstehenden Gestein unterscheidet (S. 111). — Die grossen Geschiebe oder erratischen Blöcke (S. 114).

Kap. VII.

Vulkanische Gebirgsarten.

Trappfelsarten, ihr allgemeiner Charakter (S. 120). — Bildung der vulkanischen Kegel und Krater (S. 124). — Mineralogische Zusammensetzung und Textur der vulkanischen Gesteine (S. 125). — Isomorphismus (S. 129). — Basalt (132). — Diorit oder Grünstein, Hornblendegestein, Dolerit, syenitischer Grünstein (S. 133). — Hypersthenfels, Gabbro, Serpentin (S. 134). — Trachyt, Porphyr, Klingstein (135). — Mandelstein (S. 136). — Schlacken und Bimsstein, Lava (S. 137). — Pechstein, Obsidian, Perlstein (S. 138). — Tuff (S. 139).

Digitized by Google

Kap. VIII.

Vulkanische Gebirgsarten. — Fortsetzung.

Vulkanische Gänge (S. 141). — Gänge, welche in der Mitte krystallinischer sind (S. 144). — Durch vulkanische Gänge veränderte Gesteine (S. 146). — Eindringen von Trapp zwischen Schichten (S. 151). — Säulen- und kugelförmige Absonderung (S. 151). — Verhältniss der Trappgesteine zu den Produkten thätiger Vulkane (S. 155).

Kap. IX.

Plutonische Gebirgsarten. — Granit.

Allgemeine Beschaffenheit des Granits (S. 161). — Schriftgranit (S. 163). — Porphyrartiger Granit (S. 164). — Syenit (S. 165). — Talkartiger Granit (S. 165). — Schörlfels, Weissstein, Hornfels (S. 166). — Granitgänge (S. 168). — Erzgänge in Schichten, an der Grenze von Granit (S. 173). — Plutonische Gesteine können nicht aufliegende genannt werden (S. 175).

Kap. X.

Metamorphische Gebirgsarten.

Allgemeiner Charakter der metamorphischen Gesteine (S. 178). — Gneis (S. 179). — Hornblendeschiefer (S. 180). — Glimmer-, Talk-, Thonschiefer, Quarzfels (S. 181). — Chloritschiefer, metamorphischer Kalkstein (S. 182). — Entstehung der metamorphischen Schichten (S. 183). — Die Schichtung der metamorphischen Gesteine ist von Spaltbarkeit verschieden (S. 186). — Absonderung (S. 187).

Kap. XI.

Metamorphische Gebirgsarten. — Fortsetzung.

Schichten in der Nähe von eingedrungenen Granitmassen, die in Gesteine verwandelt worden sind, welche verschiedenen Gliedern der metamorphischen Reihe entsprechen (S. 196). — Gründe, die für eine plutonische Wirksamkeit sprechen (S. 200). — Von welchen Arten sedimentärer Gebirgsarten die verschiedenen metamorphischen entlehnt seyn können (S. 206).

Digitized by Google

Zweite Abtheilung.

Kap. XII.

Von dem verschiedenen Alter der vier grossen Klassen von Gebirgsarten.

Chronologische Betrachtung der wässerigen, vulkanischen, plutonischen und metamorphischen Gebirgsarten (S. 210). — Lehmanns Eintheilung (S. 211). — Werners sogenannte neptunistische Theorie (S. 212). — Huttens Lehre von der feurigen Entstehung des Granits (S. 215). — Das Bestehen auf der alten chronologischen Nomenklatur hinderte die Fortschritte der Geologie (S. 218). — Erklärung der in diesem Werk angenommenen chronologischen Nomenklatur (S. 220).

Kap. XIII.

Von dem verschiedenen Alter der wässerigen Felsarten.

Die drei hauptsächlichsten Unterscheidungskennzeichen des relativen Alters; Auflagerung (S. 225). — Mineralcharakter (S. 226). — Organische Reste (S. 227). — Unterscheidungskennzeichen durch eingeschlossene Bruchstücke älterer Felsarten (S. 229). — Gruppen versteinerungsführender Schichten im westlichen Europa (S. 232). — Tertiäre Formationen (S. 234). — Eintheilung derselben in vier Gruppen (S. 237).

Kap. XIV.

Neue und tertiäre Formationen.

Neue und neuere Pliocenschichten (S. 243). — Aeltere Pliocenschichten (S. 250). — Miocenschichten (S. 258). — Eocenschichten. Becken von Mittelfrankreich und von Paris (S. 261). — Becken von London und Hampshire (S. 269).

Kap. XV.

Kreidegruppe.

Eintheilung der Gruppe (S. 272). — Weisse Kreide (S. 273). — Entstehung derselben (S. 275). — Kreide-

Digitized by Google

korallenriffe in Dänemark (S. 280). — Entstehung des Feuersteins in Kreide (S. 283). — Geographische Verbreitung der weissen Kreide (S. 284). — Grünsandformation (S. 286). — Entstehung derselben (S. 288). — Aeussere Gestaltung der Kreide (S. 290). — Verschiedenheit zwischen der Kreide im nördlichen und südlichen Europa (S. 292).

Kap. XVI.

Wealdgruppe.

Eintheilung der Wealdgruppe (S. 297). — Versteinerungen derselben (S. 298). — Uebergang des Wealden in die Kreide (S. 301). — Portlandschlammlage und Beweise der Senkung (S. 302). — Geographische Verbreitung (S. 308). — Alter der Wealdformation (S. 311). — Nichtvorhandenseyn von Säugethieren (S. 312).

Kap. XVII.

Oolit und Lias.

Oolitformation und deren Eintheilung (S. 314). — Versteinerungen (S. 316). — Zeichen der Nähe von Land und von Sandbänken (S. 322). — Oolit in Yorksshire und Schottland (S. 326).

Kap. XVIII.

Oolit und Lias. — Fortsetzung.

Liasformation (S. 326). — Reptilien im Lias (S. 329). — Plötzliche Zerstörung der Saurier etc. (S. 333). — Fossile Pflanzen (S. 335). — Vorkommen der Oolit- und Liasgruppe in Deutschland und in der Schweiz (S. 336). — Entstehung des Oolits und Lias (S. 339). — Physikalische Geographie der Gruppe (S. 342).

Kap. XIX.

Gruppe des rothen Sandsteins.

Eintheilung (S. 344). — Obere Abtheilung oder bunter Sandstein — a) Keuper (S. 345). — b) Muschelkalk (S. 347.) — c) Bunter Sandstein (S. 348). — Versteinerungen der obern Abtheilung der rothen Sandstein-

Digitized by Google

gruppe (S. 350). — Untere Abtheilung oder rother Sandstein. — e) Zechstein (S. 353). — f) Rothliegendes (S. 355). — Entstehung der rothen Sandsteingruppe (S. 359).

Kap. XX.

Die Kohlengruppe.

Steinkohlengebirge im südwestlichen England (S. 360). — Im nördlichen Frankreich, in Belgien und am Niederrhein (S. 362). — In Mittelfrankreich, in Ober- und Niederschlesien, bei Halle an der Saale (S. 364). — Liegendes des Steinkohlengebirges (S. 365). — Süsswasser- und Meeresbildungen (S. 366). — Sauroidische Fische (S. 367). — Fossile Pflanzen (368).

Kap. XXI.

Kohlengruppe, Fortsetzung und älter rother Sandstein.

Kohlen- oder Bergkalkstein (S. 373). — Klima der Kohlenperiode (S. 375). — Entstehung der Kohlenflötze (S. 377). — Aufrechtstehende Stellung fossiler Bäume in den Steinkohlenschichten (S. 380). — Alter rother Sandstein (S. 386).

Kap. XXII.

Primäre versteinerungsführende Schichten.

Uebergangsschichten, gewöhnlich Grauwackenformation genannt (S. 388). — Silurische Gruppe und deren Eintheilung (S. 389). — Obere silurische Felsarten (S. 393). — Untere silurische Felsarten (S. 395). — Kambrische Gruppe (S. 397).

Kap. XXIII.

Von dem verschiedenen Alter der vulkanischen Felsarten.

Beweise von dem relativen Alter der vulkanischen Felsarten (S. 401). — Beweise durch Ueberlagerung etc. (S. 402). — Beweise durch organische Reste (S. 404). — Beweise durch mineralische Gemengtheile (S. 406). — Be-

Digitized by Google

weise durch eingeschlossene Bruchstücke (S. 408). — Vulkanische Felsarten in den tertiären Formationen (S. 409). — In der Kreideperiode (S. 411). — In der Oolitperiode (S. 413). — In der rothen Sandsteinperiode (S. 413). — In der Steinkohlenperiode (S. 414). — Im alten rothen Sandstein (S. 415). — In der silurischen Periode (S. 417). — Kambrische vulkanische Gesteine (S. 418).

Kap. XXIV.

Von dem verschiedenen Alter der plutonischen Gesteine.

Schwierigkeiten, das Alter der plutonischen Gesteine genau zu bestimmen (S. 420). — Verschiedene Beweise von dem Alter (S. 421). — Warum die plutonischen Gesteine der neuen und der Pliocenperiode unsichtbar sind (S. 423). — Tertiäre plutonische Felsarten (S. 426). — Kreideperiode (S. 427). — Oolitperiode (S. 428). — Kohlenperiode (S. 430). — Alte rothe Sandsteinperiode (S. 430). — Silurische Periode (S. 431). — Die ältesten Granite (S. 433). — Emportreibung von festem Granit (S. 434). — Alter des Granits auf der Insel Arran (S. 435).

Kap. XXV.

Von dem verschiedenen Alter der metamorphischen Felsarten.

Das Alter einer jeden Reihe metamorphischer Schichten ist zweifach (S. 439). — Nördliche Apenninencarrara (S. 441). — Schweizer Alpen (S. 443). — Reihefolge der Auflagerung bei den metamorphischen Felsarten (S. 449). — Gleichartigkeit des mineralogischen Charakters bei den hypogenen Felsarten (S. 450). — Warum die metamorphischen Schichten weniger Kalk enthalten, als die versteinerungsführenden (S. 452).

Digitized by Google

Erste Abtheilung.

Erstes Kapitel.

Von den vier grossen Klassen von Gebirgsarten, den neptunischen, vulkanischen, plutonischen und metamorphischen.

Aus welchen Materialien ist die Erde zusammengesetzt und auf welche Weise sind dieselben an einander gereiht? Dies sind die Untersuchungen, mit denen sich die Geologie beschäftigt, eine Wissenschaft, die ihren Namen von dem griechischen γη, Erde, und λογος, Wissenschaft, entlehnt hat. Solche Untersuchungen scheinen sich auf den ersten Blick lediglich auf das Mineralreich und auf die verschiedenen Fels- und Bodenarten und Metalle zu beziehen, welche auf der Erdoberfläche und in verschiedenen Tiefen unter derselben vorkommen. Allein verfolgen

Digitized by Google

wir diese Untersuchungen, so finden wir uns zu einer Betrachtung der stufenweisen Veränderungen, die bei dem frühern Zustande der Oberfläche und des Innern der Erde statt gehabt, so wie der Ursachen veranlasst, welche diese Veränderungen herbeigeführt haben. Und was noch merkwürdiger und unerwarteter ist, wir werden bald in Untersuchungen über die Geschichte der lebenden Schöpfung oder der verschiedenen Thier- und Pflanzenstämme gezogen, welche zu verschiedenen Perioden der Vergangenheit den Erdkörper bewohnten.

Jedermann wird finden, dass die festen Theile der Erde aus verschiedenen Substanzen bestehen, z. B. aus Kreide, Thon, Sandstein, Kalkstein, Kohle, Schiefer, Granit und dergl.; ehe man darüber weitere Forschungen anstellt, denkt man sich gewöhnlich, dass alle diese Substanzen vom Anfang an in dem Zustande geblieben sind, in welchem wir sie jetzt wahrnehmen, — dass sie in ihrer jetzigen Form und ihrer jetzigen Lage gebildet wurden. Die Geologen sind jedoch zu andern Folgerungen gelangt. Sie haben Beweise gefunden, dass die äussern Theile der Erde nicht alle zu Anfang der Dinge, in dem Zustand, in dem wir sie jetzt finden und eben so wenig auch zu einem Zeitpunkte hervorgebracht worden sind. Im Gegentheil haben sie ihre jetzige Gestaltung und ihren jetzigen Zustand nach und nach unter sehr verschiedenartigen Umständen und in vielen auf einander folgenden Zeiträumen erlangt, in welchen verschiedene Geschlechter lebender Wesen, sowohl auf dem Land, als auch in den Gewässern, geblüht haben, deren Reste noch jetzt in der Erdrinde begraben liegen.

Digitized by Google

Unter der Erdrinde verstehen wir den menschlichen Beobachtungen zugänglichen kleinen Theil von dem Aeussern unseres Planeten. Es begreift derselbe nicht allein das, was von der Struktur der Erde an steilen Gebirgsabhängen, an den Gestaden von Flüssen und dem Meere, oder durch bergmännische Baue dargelegt worden ist, sondern das Ganze von der äussern Bedeckung des Planeten, auf welche wir, auf den Grund an der Oberfläche angestellter Beobachtungen, Folgerungen machen können. Diese Schlüsse können sich auf eine Tiefe von mehrern Meilen ausdehnen; aber auch selbst dann beträgt die Stärke der Masse von der Erde nur $\frac{1}{100}$ von ihrem Halbmesser oder von einer von der Oberfläche zum Mittelpunkt gehenden Linie. Die Bemerkung ist richtig, allein obgleich die Massen solch' einer Rinde im Vergleich zu dem ganzen Erdkörper unbedeutend erscheinen, so sind sie doch in Beziehung zu dem Menschen und zu den die Erde belebenden organischen Wesen unermesslich und grossartig. Dem Geologen steht daher ein bewunderungswürdig weites Gebiet offen und dennoch ist nicht allein die Erdrinde, sondern auch der ganze Erdkörper nur ein Atom mitten unter den unzähligen Welten, welche der Astronom erforscht.

Die Materialien dieser Erdrinde sind aber nicht verworren unter einander geworfen, sondern es nehmen bestimmte Mineralmassen, Fels- oder Gebirgsarten, oder Gebirgsgesteine bestimmte Räume ein und zeigen eine gewisse Ordnung der Aneinanderreihung. Der Ausdruck Felsart wird ohne Unterschied von den Geologen auf alle diese Substanzen angewendet, mögen sie weich oder steinig seyn; denn Thon und

Digitized by Google

Sand werden auch damit bezeichnet und Einige haben selbst den Torf darunter begriffen. Die ältern geologischen Schriftsteller vermieden es, der Sprache solche Gewalt anzuthun, indem sie sagten, dass unsere Erdrinde aus Fels- und aus Bodenarten bestehe. Oft findet aber ein so unmerklicher Uebergang von einem weichen und unzusammenhängenden zu einem steinigen Zustande statt, dass die Geologen aller Länder das Bedürfniss eines beide umfassenden wissenschaftlichen Ausdrucks unvermeidlich fanden und in diesem Sinne wenden die Engländer *Rock*, die Franzosen *Roche* und die Italiener *Rocca* an. Jedoch muss der Anfänger stets berücksichtigen, dass der Ausdruck Felsart durchaus nicht voraussetzt, dass eine Mineralmasse von verhärteter und steiniger Beschaffenheit sey.

Bei der Klassification der verschiedenen, die Erdrinde bildenden Felsarten ist es am zweckmässigsten befunden worden, zuvörderst auf ihre Entstehung und dann auf ihr Alter zu verweisen. Wir wollen daher mit dem Versuche beginnen, unsern Lesern kurz zu erklären, wie alle Gesteine oder Felsarten in Beziehung auf die verschiedenen Umstände und Ursachen ihrer Entstehung in vier grosse Klassen getheilt werden können.

Die ersten beiden Abtheilungen, welche sogleich als natürlich sich ergeben, sind die neptunische und die vulkanische, oder die Produkte der wässrigen und der feurigen Wirksamkeit.

Die neptunischen Felsarten — zuweilen auch sedimentäre oder versteinerungsführende genannt — bedecken einen grössern Theil der Erdoberfläche, als alle übrigen Diese Felsarten sind geschichtet oder in be-

Digitized by Google

stimmte Lagen oder Schichten getheilt. Der Ausdruck Schicht bedeutet eine Lage oder ein über eine gewisse Oberfläche Verbreitetes und man nimmt an, dass diese Schichten im Allgemeinen durch Gewässer ausgebreitet worden sind, so wie wir es täglich an der Mündung von Flüssen, oder auch bei Ueberschwemmungen auf dem Lande wahrnehmen. Denn wenn ein fliessendes Wasser, welches Schlamm und Sand mit sich führt, seine Geschwindigkeit vermindert, wie es der Fall beim Ausfluss in einen See, oder ins Meer, oder beim Ueberschwemmen einer Ebene ist, so fällt der Absatz, den die sich bewegenden Gewässer vorher mechanisch aufgelöst enthielten, zu Boden. Auf diese Weise sind Lagen von Schlamm und Sand abwechselnd über einander abgesetzt.

Wenn wir einen See austrocknen, in welchen sich ein kleiner Fluss ergoss, so finden wir auf dem Boden desselben eine Reihe von Niederschlägen, die in ziemlicher Regelmässigkeit über einander liegen. Die oberste mag vielleicht eine Torfschicht seyn, unter welcher zunächst eine dichtere und festere Abänderung derselben Substanz, darunter ein Lager von schiefrigem Muschelmergel, der mit Torf oder Sand wechselt und dann ein Mergellager folgt, welches durch Thonschichten getheilt ist. Wird nun ein zweiter Schacht in derselben ununterbrochenen Sumpfformation und nicht weit von dem ersten abgesunken, so finden wir fast dieselbe Reihe von Lagern, jedoch mit geringen Abweichungen. So fehlen z. B. manche von den Sand-, Thon- oder Mergellagen, indem eine oder mehrere derselben schwächer geworden und verschwunden sind, oder sich ausgekeilt und an-

Digitized by Google

dern Platz gemacht haben, oder indem eine von den erst untersuchten Massen, unter Ausschluss von andern Lagern, stärker oder mächtiger geworden ist.

Der bei der obigen Erklärung angewendete Ausdruck „Formation“ bedeutet in der Geologie eine Vereinigung von Felsarten, die in Beziehung auf Entstehung, oder Alter, oder Gemengtheile irgend etwas Gemeinschaftliches in ihrem Charakter haben. So reden wir von geschichteten und ungeschichteten, Süsswasser- und Meeres-, neptunischen und vulkanischen, alten und neuen, metallführenden und metallenen Formationen.

In den Mündungen oder Buchten grosser Ströme, wie des Ganges und des Missisippi, können wir bei niedrigem Wasser Erscheinungen wahrnehmen, die den oben bei den ausgetrockneten Seen beobachteten gleich sind, jedoch nach grösserm Maasstab und sich über sehr ausgedehnte Räume ausbreitend. Wenn die periodischen Ueberschwemmungen aufhören, so gräbt sich der Fluss einen Kanal von vielen Fussen Tiefe in horizontalen Thon- und Sandschichten aus, deren Enden man in senkrechten Ufern entblösst sieht. Diese Schichten haben eine verschiedene Farbe und sind hin und wieder durch eingeschlossenes Treibholz oder durch Muscheln charakterisirt. Letztere gehören Specien an, die dem Fluss eigenthümlich sind, allein zuweilen sind es auch Meeresmuscheln, welche während Stürmen von den Wellen in die Bucht getrieben worden sind.

Bekanntlich tritt der Nil jährlich aus seinen Ufern und setzt fruchtbaren Schlamm in den Ebenen ab. Dieser Schlamm ist geschichtet,

Digitized by Google

die in dem einen Jahr abgesetzte dünne Lage st von der im vorhergehenden niedergeschlagenen etwas in der Färbung verschieden und lässt sich von derselben trennen, wie man durch die in Cairo und an andern Orten gemachten Vertiefungen gefunden hat.

Wenn Schichten von Sand, Thon und Mergel, welche Muscheln und Pflanzenstoffe enthalten, auf gleiche Weise im Innern der Erde vorkommen, so schreiben wir ihnen eine ähnliche Entstehung zu, und je genauer wir ihre Beschaffenheit untersuchen, um so grösser finden wir ihre Uebereinstimmung. So sehen wir z. B. in verschiedenen Höhen und Tiefen der Erde, und oft vom Meere, von Seen und Flüssen entfernt, Lagen von abgerundeten Geschieben, die aus verschiedenen, bunt durch einander liegenden Gesteinen bestehen. Sie sind den in den Strömen und Flüssen gebildeten Geschieben, welche ins Meer geführt werden, gleich, wie es überall da der Fall ist, wo letzteres von steilen und gebirgigen Gestaden begrenzt wird. In dem Meere werden die Geschiebe von den Wellen und Strömungen über grosse Räume ausgebreitet; in trockenen Jahreszeiten können dieselben Flüsse aber nur feinen Sand und Schlamm mit sich führen. Daher häufen sich unter dem Wasser abwechselnde Lagen von Geschieben und Grus und feinen Niederschlägen und solche Abwechselungen finden die Geologen in dem Innern eines jeden Festlandes.

Wenn die schichtenweise Anordnung und die abgerundeten Formen der Geschiebe allein hinreichend sind, uns zu der Folgerung zu veranlassen, dass gewisse Gebirgsarten unter dem Wasser entstanden, so wird diese Meinung auch

Digitized by Google

noch durch die gänzlich unabhängige Erscheinung der Versteinerungen, welche so häufig in der Erdrinde eingeschlossen vorkommen, bestätigt. Unter einer Versteinerung versteht man jeden Körper, oder die Spur von dem Daseyn jedes thierischen oder Pflanzenkörpers, der durch eine natürliche Ursache in der Erde begraben ist. Nun werden aber die Reste von Thieren, besonders von im Wasser lebenden, stets in geschichteten Gebirgsarten eingeschlossen gefunden. Muscheln und Korallen sind die häufigsten und mit ihnen kommen oft Knochen und Zähne von Fischen, Bruchstücke von Holz, Abdrücke von Blättern und andere organische Substanzen vor. Fossile Muscheln von Formen, wie sie jetzt in dem Meere so häufig sind, kommen weit im Lande vor, sowohl in der Nähe der Oberfläche, als auch in allen von dem Bergmann erreichbaren Tiefen. Sie finden sich in allen Höhen über dem Meeresspiegel; man hat sie 8 bis 9000 Fuss hoch in den Alpen und Pyrenäen, mehr als 13000 Fuss hoch in den Andes und über 15000 Fuss hoch in dem Himalayagebirge gefunden.

Meistens gehören diese Muscheln Meeresschalthieren, an einigen Orten aber ausschliesslich Formen an, die charakteristisch für Seen und Flüsse sind. Daher folgern wir, dass manche alte Schichten auf dem Boden des Meeres abgesetzt, andere dagegen in Seen und Buchten gebildet wurden.

Als die Geologie erst eine Wissenschaft wurde, war es eine allgemeine Annahme, dass diese Meeresmuscheln und andere Versteinerungen die Wirkungen und Beweise einer allgemeinen Fluth seyen. Allein ein Jeder, welcher die

Digitized by Google

Erscheinungen genau verfolgt, hat diese Lehre schon längst verworfen. Man darf annehmen, dass eine vorübergehende Fluth hin und wieder auf der Oberfläche zerstreut vorkommende Haufen von Schlamm, Sand und Geschieben, so wie auch von Muscheln, alles im verworrenen Gemenge hinterlassen habe; allein die die Versteinerungen umschliessenden Schichten sind keine Oberflächenbildungen und bedecken die Erde nicht, sondern bilden ganze Gebirgsmassen. Es war auch die Lieblingsmeinung gewisser neuerer Schriftsteller, welche sahen, dass die fossilen Körper nicht alle der grossen Fluth (Sündfluth) zugeschrieben werden konnten, dass dieselben und die sie umschliessenden Schichten während einer Periode von mehrern tausend Jahren, welche zwischen der Schöpfung des Menschen und der Fluth lag, in dem Meeresbett abgesetzt seyn mochten. Sie dachten sich, dass das antediluvianische Bett des Oceans, nachdem es zur Aufnahme mancher geschichteten Niederschläge gedient hatte, zur Zeit der Fluth in die von uns bewohnten Länder verwandelt wurde und dass die alten Continente zu derselben Zeit unter Wasser standen und das Bett der jetzigen Meere wurden. Obwohl diese Hypothese der Diluvialtheorie vorzuziehen ist, da sie zugibt, dass alle versteinerungsführenden Schichten langsam und nach und nach aus dem Wasser abgesetzt wurden, so ist sie dennoch gänzlich unpassend zur Erklärung der wiederholten Revolutionen, welche die Erde erlitten hat, so wie die von den vorhandenen Festlanden in den meisten Gegenden dargelegten Zeichen zu erklären, dass sie zu einem Zeitpunkt aus dem Ocean emporgestiegen sind, welcher

Digitized by Google

weit entfernter, als 4000 Jahre von dem jetzigen liegt. Wir werden in der Folge sehen, dass manche bestimmte Reihen von sedimentären Schichten, von denen jede mehrere hundert oder tausend Fuss mächtig ist, in der Erdrinde über einander gehäuft vorkommen und dass jede Reihe ihre eigenthümlichen fossilen Thiere und Pflanzen enthält, die mit wenigen Ausnahmen von den jetzt lebenden Specien oder Gattungen zu unterscheiden sind. Die Masse von einigen dieser Schichten besteht fast gänzlich aus Korallen, andere aus Muscheln, andere aus in Kohle verwandelten Pflanzen, während noch andere gar keine Versteinerungen enthalten. In einer Schichtenreihe gehören die Versteinerungen Meeresspecien an, in einer andern, die unmittelbar darüber oder darunter vorkommt, finden sich aber deutliche Beweise, dass der Niederschlag in einer Bucht oder in einem See gebildet wurde. Hat der Anfänger diese Erscheinungen genauer untersucht, so wird er sich bald überzeugen, dass die zu der Bildung der jetzigen Festlande erforderliche Zeit viel bedeutender gewesen seyn muss, als die obige Theorie zugesteht und dass keine allgemeine und plötzliche Verwandlung des Meeres in Land die geologischen Erscheinungen zu erklären im Stand ist.

Wir haben nun eine grosse Klasse von Gebirgsarten kennen gelehrt, die, wie sehr sie auch in mineralogischer Zusammensetzung, Farbe, Korn und andern Kennzeichen, sowohl äussern als innern, verschieden seyn mögen, dennoch wegen ihres gemeinschaftlichen Ursprungs zusammengruppirt werden müssen. Sie sind alle unter dem Wasser gebildet und auf dieselbe Weise wie Sand, Schlamm, Geschiebe-, Mu-

Digitized by Google

schel- und Korallenbänke und werden durch Schichtung oder durch Versteinerungen, oder durch beides charakterisirt.

Vulkanische Gebirgsarten. — Die Klasse von Gebirgsarten, welche wir zunächst zu betrachten haben, sind die vulkanischen oder solche, die sowohl in ältern als neuern Zeiten nicht durch das Wasser, sondern durch die Wirkung des Feuers, oder durch vulkanische Hitze erzeugt worden sind. Diese Gebirgsarten sind gewöhnlich ungeschichtet und enthalten keine Versteinerungen. Sie finden sich mehr einzeln vertheilt, als die wässrigen Bildungen, wenigstens hinsichtlich der horizontalen Ausdehnung. Unter den Gegenden Europas, wo sie unverkennbare Charaktere darlegen, erwähnen wir nicht allein Sicilien und die Umgegend von Neapel, sondern auch die Auvergne, das Velay und Vivarais, in der Mitte und im Süden Frankreichs, wo wir mehrere hundert kegelförmige Berge von der Gestalt der neuen Vulkane, mit mehr oder weniger vollkommenen Kratern auf manchen der Gipfel finden. Ueberdies bestehen diese Kegel aus Lava, Sand und Asche, wie die der thätigen Vulkane. Zuweilen kann man auch Lavenströme verfolgen, die sich von den Kegeln in die benachbarten Thäler ausdehnen, wo sie die alten Flussbetten mit festen Gesteinen ausfüllen, auf dieselbe Weise, wie uns ähnliche Erscheinungen von einigen neuern Lavenströmen auf der Insel Island bekannt sind, indem die Ströme entweder unter den Lavenmassen durchfliessen, oder einen engen Durchgang auf der einen Seite in die Lava eingeschnitten haben. Obgleich keiner von den französischen Vulkanen innerhalb der geschichtlichen oder tra-

Digitized by Google

ditionellen Zeit in Thätigkeit gewesen ist, so sind ihre Formen doch sehr vollkommen. Einige sind dagegen in blosse Skelette von Vulkanen verwandelt, indem Regen und fliessende Gewässer ihre Abhänge ausgewaschen, allen losen Sand und alle Schlacken entfernt und nur die härtern und festern Materialien zurückgelassen haben. Durch diese Auswaschungen und durch Erdbeben ist zuweilen ihre innere Struktur in Spalten und Schluchten entblösst und wir erblicken dann nicht allein manche auf einander folgende Lager und Massen von poröser Lava, Sand und Schlacken, sondern auch senkrechte Mauern oder sogenannte Gesteingänge (*Dikes* im Englischen) von vulkanischen Felsarten, welche die andern Mineralien durchschneiden. Solche Gesteingänge beobachtet man auch in dem Baue des Vesuv, des Aetna und anderer thätigen Vulkane. Sie sind durch das Eindringen geschmolzener Materien in Spalten, entweder von oben oder von unten entstanden und sie durchsetzen gewöhnlich Lager von vulkanischem Tuff, einer Substanz, welche durch das Niederfallen von Sand und Schlacken, die durch Gasausbrüche aus dem Innern der Erde zuerst in die Luft getrieben wurden, und durch Regenschauer gebildet worden ist.

Ausser den oben angeführten Theilen Frankreichs gibt es auch noch andere Gegenden, wie z. B. das nördliche Spanien, das südliche Sicilien, das Gebiet von Florenz, die Provinz Niederrhein und Ungarn, wo man erloschene Vulkane mit Kegeln, Kratern und zuweilen auch mit Lavenströmen findet.

Es kommen aber auch in den meisten Ländern Europas noch andere Felsarten vor, deren

Digitized by Google

feurigen Ursprung wir folgern können, obgleich sie weder Berge mit Kegeln, noch Kratern bilden. So sind wir z. B. überzeugt, dass das Gestein der Insel Staffa und das des Riesendammes in Irland, des böhmischen Mittelgebirgs, des Habichtswaldes bei Cassel, des Meissners an der Werra etc., welches wir Basalt nennen, vulkanisch sey, weil es in seiner säulenförmigen Struktur und mineralogischen Zusammensetzung mit Lavenströmen übereinstimmt, die, wie wir wissen, aus vulkanischen Kratern hervorgekommen sind. Wir finden ferner den Basalt in verschiedenen Gegenden als die Ausfüllungsmasse von Gesteingängen in Verbindung mit Tufflagern und manche von den Schichten, welche der Basalt durchschnitten hat, sind hin und wieder an den Berührungspunkten verändert, eben so als wenn sie der starken Hitze geschmolzener Materien ausgesetzt gewesen wären.

Das Nichtvorhandenseyn von Kegeln und Kratern, so wie von langen schmalen Lavenströmen, wird besonders dem Umstande zugeschrieben, dass die Ausbrüche früher untermeerisch waren, so wie noch jetzt ein bedeutender Theil von den Vulkanen unserer Zeit unter dem Meere hervorbricht. Jedoch muss diese Frage weitläuftiger in den von den feurigen Felsarten handelnden Kapiteln erörtert werden. Dort muss auch gezeigt werden, dass, so wie die verschiedenen sedimentären Formationen, welche eine jede charakteristische Versteinerungen enthalten, in auf einander folgenden Perioden abgesetzt worden sind, so auch der vulkanische Sand und die vulkanischen Schlacken zu sehr verschiedenen Zeiträumen ausgeworfen und eben so Lavenströme zu sehr verschiedenen Perioden über das

Digitized by Google

Land oder das Meeresbett geflossen, oder in Spalten eingedrungen sind. Es können daher die feurigen Felsarten so gut, wie die wässrigen, als eine chronologische Reihe von Denkmälern klassificirt werden und können eine Reihefolge von Ereignissen in der Geschichte der Erde beleuchten.

Plutonische Gebirgsarten. — Wir haben nun das Vorhandenseyn zweier sehr von einander abweichender Ordnungen von Mineralmassen, der wässrigen und der vulkanischen dargethan. Untersuchen wir aber einen bedeutenden Theil von einem Festlande, besonders wenn es eine hohe Gebirgskette enthält, so werden wir sehr bald zwei andere Klassen von Gesteinen finden, die von der einen oder der andern der oben erwähnten sehr verschieden sind und die wir nie mit solchen Niederschlägen vergleichen können, wie sie sich jetzt in Seen oder Meeren anhäufen und eben so wenig mit den von gewöhnlicher vulkanischer Thätigkeit gebildeten. Die Glieder dieser beiden Abtheilungen von Gebirgsarten stimmen darin überein, dass sie beide sehr krystallinisch und versteinerungsleer sind. Die Gesteine der einen Abtheilung sind die plutonischen genannt worden; sie umfassen alle Granite und gewisse Porphyre, welche sämmtlich in einigen ihren Charakteren den vulkanischen Bildungen sehr nahe stehen. Die Glieder der andern Klasse sind geschichtet und oft schiefrig und sind von Einigen krystallinischer Schiefer genannt worden. Hierher gehören Gneis, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer, Statuen-Marmor, die feinern Arten von Dachschiefer und einige andere, weiter unten zu beschreibende Gesteine.

Digitized by Google

Da es bestimmt ist, dass nichts diesen krystallinischen Produkten Analoges jetzt auf der Erdoberfläche im Werden begriffen ist, so muss man natürlich fragen, wie man in einem auf die Entstehung der Felsarten begründeten System einen Platz für jene finden kann. Was nun zuvörderst die plutonische Klasse betrifft, so lässt sich von verschiedenen Abänderungen des Granits ein Uebergang in verschiedene Varietäten entschieden vulkanischer Gesteine verfolgen; so dass, wenn die letztern durch das Feuer gebildet worden sind, es kaum möglich ist, dieselbe Entstehung nicht auch für den Granit annehmen zu wollen. Zweitens findet man grosse Granitmassen, die Gänge und Trümmer (schmale Gänge) in die anliegenden Schichten versenden, auf dieselbe Weise, wie Lava und vulkanische Materien in wässrige Absätze dringen; auch verursachen sowohl der massive Granit, als auch dessen Gänge Veränderungen, ähnlich den von der Lava und den vulkanischen Gasen hervorgebrachten. Allein die plutonischen Gesteine sind von den vulkanischen nicht nur durch ihre mehr krystallinische Textur, sondern auch durch das Nichtvorhandenseyn von Tuffen und Breccien, welche die Produkte von Ausbrüchen an der Erdoberfläche sind, verschieden. Sie unterscheiden sich auch dadurch, dass sie keine Blasenräume enthalten, wie die in den Laven eingeschlossenen Gase hervorbringen. Aus diesen und andern Eigenthümlichkeiten hat man gefolgert, dass die Granite in grossen Tiefen in der Erde gebildet worden sind und dass sie sich unter einem ungeheuren Druck, bei welchem sich die eingeschlossenen Gase nicht ausdehnen konnten, langsam abgekühlt und krystallisirt haben.

Digitized by Google

Die vulkanischen Felsarten haben sich dagegen, obgleich sie auch von unten nach oben emporgehoben worden sind, aus dem geschmolzenen Zustand auf oder in der Nähe der Erdoberfläche abgekühlt. Wegen dieser Hypothese von der grossen Tiefe, in welcher der Granit entsteht, ist der Name „plutonische Gebirgsarten" angenommen worden, welchen man ihnen zur Unterscheidung von den vulkanischen beilegt. Der Anfänger wird leicht begreifen, dass sich der Einfluss der unterirdischen Hitze von dem Krater jedes thätigen Vulkans bis auf eine grosse Tiefe darunter, vielleicht bis auf mehrere Meilen ausdehnen kann (siehe das Titelkupfer) und die tief in den Eingeweiden der Erde hervorgebrachten Wirkungen können oder müssen vielmehr unterschieden werden; so dass vulkanische und plutonische Gebirgsarten, die in der Textur und zuweilen auch in der Zusammensetzung verschieden sind, gleichzeitig, die einen an der Oberfläche und die andern unter derselben, entstehen können. Obgleich der Granit andere Gebirgsschichten oft durchbrochen hat, so hat man ihn doch nie denselben aufgelagert, als wenn er sie überströmt hätte, gefunden.

Metamorphische Gebirgsarten. — Die vierte und letzte grosse Abtheilung der Gebirgsarten sind die krystallinischen Schichten oder Schiefer, nämlich der Gneis, Glimmerschiefer, Thonschiefer, Chloritschiefer, Marmor u. dergl., deren Entstehung zweifelhafter, als die der andern Gebirgsklassen ist. Sie enthalten weder Geschiebe, noch Sand, Schlacken, oder eckige Stücken eingeschlossenen Gesteins, so wie auch keine Spuren von organischen Körpern und sind oft eben so krystallinisch, wie Granit, den-

Digitized by Google

noch in Lagen getheilt, die in der Form denen der sedimentären Formationen correspondiren, so dass sie geschichtet genannt werden können. Die Lagen bestehen zuweilen aus einem Wechsel von Substanzen, die in Farbe, Zusammensetzung und Mächtigkeit verschieden sind, genau so wie wir es bei den geschichteten versteinerungsführenden Niederschlägen finden. Nach der von uns als der wahrscheinlichsten angenommenen Theorie, die wir weiter unten näher entwickeln werden, wurden die Materialien dieser Schichten ursprünglich von dem Wasser in der gewöhnlichen Form von mechanischen Niederschlägen abgesetzt, aber später durch unterirdische Hitze verändert, so dass sie eine neue Textur erlangten. Es ist, wenigstens in einigen Fällen nachzuweisen, dass solch' eine vollständige Verwandlung wirklich statt gefunden habe. Wir haben bereits bemerkt, dass Veränderungen, so wie sie eine starke Hitze hervorzubringen vermag, in Schichten, in der Nähe ihrer Berührung mit Gängen und Trümmern von vulkanischen Gesteinen beobachtet worden sind. Jedoch sind dieselben nach kleinem Maasstabe; nach einem weit grössern ist aber ein ähnlicher Einfluss in der Nachbarschaft der plutonischen Gesteine unter verschiedenen Umständen und vielleicht in Verbindung mit andern Ursachen ausgeübt worden. Die Wirkungen desselben auf die versteinerungsführenden Gesteine dehnten sich oft auf eine Entfernung von einer Viertelstünde bis auf eine Meile und mehr von dem Berührungspunkt aus. Durch den grössern Theil dieses Raums haben die versteinerungsführenden Schichten ihre erdige mit einer sehr krystallinischen Textur vertauscht und haben alle Spuren

Digitized by Google

von organischen Resten verloren. So ist z. B. dunkler, mit vielen Muscheln und Korallen erfüllter Kalkstein in weissen Statuenmarmor, verhärteter Thon ist in Glimmerschiefer und Hornblendeschiefer verwandelt und alle Spuren von organischen Körpern sind verwischt.

Obwohl wir von der eigentlichen Beschaffenheit des hier ausgeübten Einflusses im Grunde wenig wissen, so ist er doch offenbar demjenigen analog, welchen vulkanische Hitze und Gase hervorzubringen im Stande sind und die Wirkung kann daher sehr zweckmässig plutonisch genannt werden, da sie in denjenigen Gegenden entwickelt wurde, in denen unter ähnlichen Umständen des Drucks und der Tiefe unter der Erdoberfläche plutonische Gebirgsarten erzeugt worden sind. Ob Electricität oder irgend eine andere Ursache der Art mit der Wärme verbunden gewirkt haben, um diesen Einfluss zu veranlassen, kann blos Gegenstand der Spekulation seyn, allein der plutonische Einfluss hat sich oft auf ganze geschichtete Gebirgsmassen ausgedehnt. Die Erscheinungen sind daher zuweilen von einem so grossen Maasstabe, dass wir gar nicht annehmen dürfen, die Schichten hätten stets ihre krystallinische oder veränderte Textur von der Nähe des Granits, sondern vielmehr der Granit selbst wie die veränderten Schichten hätten dieselbe durch plutonische Agentien erlangt.

In Uebereinstimmung mit dieser Hypothese nennen wir die veränderten Schichten die metamorphischen, nach dem griechischen μεταμορφόω, die Gestalt verändern.

Es sind demnach in Beziehung auf ihre Entstehung vier grosse Gebirgsklassen zu betrach-

Digitized by Google

ten, — die wässrigen, die vulkanischen, die plutonischen und metamorphischen, von denen allen man annehmen kann, dass sie zu allen geologischen Perioden gleichzeitig gebildet worden und dass sie jetzt im Fortschreiten begriffen sind. Betrachten wir das Titelkupfer, so werden wir bemerken, welche relative Stellungen die Glieder dieser vier grossen Klassen A, B, C, D in der Erdrinde während des Vorgangs ihrer gleichzeitigen Bildung einnehmen. Während daher der wässrige Niederschlag A, welcher mit gelber Farbe bezeichnet, in successiven Schichten auf dem Meeresboden abgesetzt worden ist, hat sich der vulkanische Kegel B während einer langen Reihe von Ausbrüchen angehäuft und die andern purpurroth colorirten feurigen Felsarten sind im flüssigen Zustande von unten herauf emporgestiegen. Einige derselben haben sich in das Meer ergossen und mit den Niederschlägen aus dem Wasser vermengt. Verfolgen wir die schmalen Mauern oder Gänge, so wie auch die grossen Massen von vulkanischen Gesteinen niederwärts, so finden wir, dass sie stufenweis in die plutonischen Formationen D übergehen, welche roth bezeichnet sind und unter allen andern vorkommen. Diese letztern stehen dagegen in Berührung mit einer Zone von gleichzeitigen metamorphischen Schichten C, die blau colorirt sind und in welche sie in zahlreichen Gängen eindringen.

In dem ungefärbten Theile des Durchschnitts sieht man eine ältere Reihe von Gesteinmassen. Die Schichten a bis i stellen eben so viel verschiedene wässrige Formationen dar, die zu verschiedenen Perioden entstanden und durch ihre eigenthümlichen Versteinerungen unterschieden

Digitized by Google

sind. Die Masse v v ist vulkanischen Ursprungs und wurde zu einer von diesen Perioden gebildet, namentlich als die Schichten g abgesetzt wurden. Die Schichten m m sind alte metamorphische Bildungen und die Gesteine 1, 2 sind plutonische, ebenfalls von älterer, aber verschiedenzeitiger Entstehung.

Es wird im Verlauf dieses Werks gezeigt werden, dass Theile von einer jeden dieser vier verschiedenen Klassen von Gesteinen zu verschiedenen auf einander folgenden Perioden gebildet worden sind. Die frühere Annahme, dass aller Granit, nebst den krystallinischen oder metamorphischen Schichten zuerst gebildet worden sey, weshalb man sie Ur- oder primitive Gebirgsarten nannte und dass die wässrigen und vulkanischen Gebilde später darauf abgesetzt wurden und daher in der Zeitfolge als secundäre erscheinen müssen, ist unrichtig. Diese Idee hatte man in der Kindheit der Wissenschaft, als alle Formationen, sowohl geschichtete als ungeschichtete, als wässrigen Ursprungs angesehen wurden. Zu jener Periode musste man natürlich folgern, dass der Grund älter seyn müsse, als das darauf gesetzte Gebäude. Da der Granit die unterste Felsart war, so musste er zuerst aus den Gewässern des Urmeeres niedergeschlagen seyn, welches zu Anfang den Erdkörper umgab, es folgten darauf die krystallinischen und endlich die versteinerungsführenden, nebst andern mit denselben verbundenen Felsarten.

Als aber die Lehre von der feurigen Entstehung des Granits allgemein angenommen wurde, mussten die Ausdrücke Ur, primär oder primitiv, welche die plutonischen und metamorphi-

Digitized by Google

schen Felsarten umfassen, gänzlich aus der Nomenklatur der Geologie verbannt werden. Denn nachdem erst bewiesen worden war, dass der Granit zu vielen verschiedenen Perioden entstanden sey, von welchen letztern einige vor, andere nach der Entstehung mancher versteinerungsführenden Felsarten statt gefunden hätten, wurde auch gezeigt, dass Schichten, die einst Versteinerungen führten, zu verschiedenen Perioden metamorphische geworden waren; mit andern Worten, es waren einige primär genannte Gesteine neuer als andere, die man mit dem Namen secundärer bezeichnete. Es entstand daher die Frage, ob die untern krystallinischen Theile der Erdrinde, welche theilweise verändert und von Zeit zu Zeit wieder hergestellt sind, als ein Ganzes als neuer oder älter angesehen werden, als die sedimentären und vulkanischen Formationen. Sind diese Operationen der Zerstörung und Wiederherstellung am meisten über oder unter der Oberfläche wirksam gewesen? Dieselbe Frage könnte hinsichtlich des relativen Alters der Fundamente und der Gebäude verschiedener alter Städte, so wie Venedig oder Amsterdam, die auf Pfahlwerk stehen, gethan werden, — nämlich, ob im Verlauf der Jahrhunderte die hölzernen Stützen, oder die Gebäude von Ziegelsteinen, Sandstein und Marmor, welche sie tragen, sich am dauerhaftesten gezeigt haben? Welche von beiden am öftersten erneuert wurden? Denn die Pfähle konnten, wenn sie verfault waren, einer nach dem andern, ohne Beschädigung der darauf stehenden Gebäude, weggenommen werden. Auf dieselbe Weise können die Materialien des untern Theils von der Erdrinde von einem festen zu ei-

Digitized by Google

nem flüssigen Theil übergehen und dann wieder fest werden; oder sedimentäre Schichten können eine neue und metamorphische Textur annehmen, während die aufliegenden Schichten unverändert bleiben oder Charaktere annehmen, durch welche ihre Ansprüche auf ein hohes Alterthum erkannt werden können. Während solcher unterirdischer Umwandlungen mochten Erdbeben die aufliegende Rinde erschüttern und in andere Lagen bringen, mochte der Boden sich über weite Räume langsam heben oder senken (s. Kap. 5); oder es mochten hier und dort vulkanische Ausbrüche statt finden; die grosse Masse aber brauchte keine solche Veränderung zu erleiden, so dass sie regenerirt und aus neuen Gesteinen zusammengesetzt wurde.

Da alle krystallinische Felsarten, geschichtete sowohl als ungeschichtete, in gewisser Hinsicht zu einer grossen Familie gerechnet werden können, so ist es oft zweckmässig, sie mit einer auf beide passenden Benennung bezeichnen zu können. Allein der Gebrauch des Wortes primär zeigt, wie leicht einzusehen, einen offenbaren Widerspruch. Es ist daher unerlässlich, einen neuen Namen aufzufinden und zwar einen, der keine chronologische Bedeutung hat, der auf der einen Seite irgend eine Eigenthümlichkeit bezeichnen muss, die gleich gut dem Granit, als auch dem Gneis, d. h. sowohl den plutonischen, als auch den veränderten Gesteinen zuzuschreiben ist und auf der andern sich auf Kennzeichen beziehen muss, durch welche diese Gesteine sich sowohl von den vulkanischen, als auch von den unveränderten sedimentären Schichten unterscheiden. Wir haben bereits in unserm grössern Werke den Ausdruck

Digitized by Google

„hypogen“ für diesen Zweck vorgeschlagen. Dieses Wort ist von dem griechischen ὑπό, unter, und γίνομαι, gebildet werden oder entstehen, abgeleitet und welches ausdrückt, dass der Granit, Gneis und andere krystallinische Formationen unter der Oberfläche entstanden sind, oder daselbst eine andere Struktur erlangt haben. Zwar müssen alle metamorphische Schichten ursprünglich an der Oberfläche oder an dem von Wasser bedeckten Theile von dem Aeussern des Erdkörpers abgesetzt worden seyn; allein nach den oben dargelegten Ansichten konnten sie ihre krystallinische Textur nur durch eine Umänderung mittelst plutonischer Agentien und mit Hilfe von Druck in den Tiefen der Erde erlangt haben.

Aus dem Gesagten wird der Leser einsehen, dass die vier grossen Klassen von Gebirgsarten unter einem zweifachen Gesichtspunkte betrachtet werden; einmal als einfache Mineralmassen, die ihre Entstehung von besondern Ursachen ableiten und eine gewisse Zusammensetzung, Form und Stellung in der Erdrinde oder andere sowohl positive als negative Charaktere, wie das Vorhandenseyn oder Nichtvorhandenseyn organischer Reste haben. Zweitens können die Gebirgsarten einer jeden Klasse als eine grosse chronologische Reihe von Denkmälern angesehen werden, die eine Reihenfolge von Ereignissen in der frühern Geschichte des Erdkörpers und der auf ihm liegenden Geschöpfe beweisen.

Wir theilen daher das Werk, in Beziehung auf diese doppelte Betrachtungsweise jeder Felsartfamilie, in zwei grosse Abtheilungen. In der erstern werden die Kennzeichen der neptunischen

Digitized by Google

oder wässrigen, vulkanischen, plutonischen und metamorphischen Gesteine, ohne Berücksichtigung ihres Alters oder des Zeitraums, in welchem sie gebildet worden sind, beschrieben werden. In der zweiten betrachten wir dagegen ihr verschiedenes Alter und machen den Versuch, die Gesetze zu erklären, nach denen die Chronologie der Gebirgsarten in einer jeden von den vier Klassen zu bestimmen ist.

Zweites Kapitel.

Von den neptunischen oder im Wasser gebildeten Gebirgsarten, ihrer Zusammensetzung und ihren Schichtungsformen.

Zuvörderst müssen wir nun im Verfolg der im letzten Kapitel erläuterten Ordnung die wässrigen, neptunischen oder sedimentären Gebirgsarten untersuchen, die grösstentheils deutlich geschichtet sind und Versteinerungen enthalten. Wir betrachten sie in Beziehung auf ihre mineralogische Zusammensetzung oder ihre Gemengtheile, ihre äussere Erscheinung, ihre Lagerung, die Art ihrer Entstehung, so wie in Beziehung auf andere, ihnen als wässrige Bildungen eigenthümliche Charaktere, ohne jedoch ihr Alter, oder die verschiedenen geologischen Perioden, in denen sie gebildet wurden, zu berücksichtigen.

Wir haben bereits die Gründe angedeutet, welche uns zu der Annahme veranlassen, dass

Digitized by Google

die geschichteten und versteinerungsführenden Gebirgsarten ursprünglich unter Wasser abgesetzt wurden. Ehe wir aber hierüber in nähere Einzelnheiten eingehen, wird es zweckmässig seyn, etwas über die gewöhnlichen Materialien zu sagen, aus denen die Schichten gebildet worden sind. Diese sind hauptsächlich dreierlei, entweder sandige, thonige oder kalkige, die aus Sand, Thon oder kohlensaurem Kalk bestehen. Die sandigen Massen bestehen hauptsächlich aus quarzigen und feuersteinartigen Körnern, die thonigen aus einem Gemenge von kieseliger Materie mit einem gewissen Verhältniss, etwa einem Viertel des Gewichts Thonerde und die kalkigen Felsarten oder der Kalkstein endlich bestehen aus Kohlensäure und Kalk.

Sandsteinartige oder kieselige Gesteine. — Wir finden oft Lager von losem Sande, deren Körner gänzlich aus Quarz und Feuerstein u. dergl. reinen kieseligen Mineralien bestehen. Quarz und Bergkrystall sind reine Kieselerde, der Feuerstein enthält gewöhnlich etwas Thon und Eisenoxyd beigemengt. Die quarzigen Körner im Sand und Sandstein sind gewöhnlich abgerundet, als wenn sie der Einwirkung fliessender Gewässer unterworfen gewesen. Zuweilen, jedoch weit seltener bestehen sie aus kleinen Krystallen, als wenn sie chemisch aus einer Kiesel enthaltenden Auflösung niedergeschlagen worden wären.

Sandstein ist Aggregat solcher Körner, die oft ohne irgend ein sichtbares Bindemittel zusammenhängen, gewöhnlich aber durch eine geringe Menge kieseliger oder kalkiger Materie, oder durch Eisen oder Thon mit einander verbunden sind. Man findet jede Stufe vom voll-

Digitized by Google

kommen losen Sand bis zu dem härtesten Sandstein. Im glimmerigen Sandsteine findet sich sehr viel Glimmer und die silberweissen Blättchen, in denen sich dies Mineral zertheilt, sind in Schichten oder Lagen geordnet, die den Schichtungsebenen parallel liegen und dem Gestein eine schiefrige oder blättrige Textur geben.

Auch hinsichtlich der Grösse der Körner, aus denen der Sandstein besteht, findet eine sehr grosse Verschiedenheit statt und man hat Sandstein von jeder Grösse des Korns, von dem mit unbewaffnetem Auge kaum erkennbaren bis zu dem sehr grobkörnigen. Sind die Körner des letztern abgerundet und gross genug, dass man sie Geschiebe nennen kann, so heisst er Conglomerat, in England auch Puddingstein *(Puddingstone)* und bei diesem ist stets ein Bindemittel vorhanden.

Thonige Gesteine. — Sogenannter Thon ist ein Gemenge von Kiesel mit einem bedeutenden Theil, etwa einem Viertel Thonerde; jedoch nennt man im gemeinen Leben jede Substanz so, die, wenn sie mit Wasser zusammengeknetet wird, hinlängliche Geschmeidigkeit besitzt, um mit der Hand oder mit der Töpferscheibe Formen anzunehmen. Die Thone haben eine sehr verschiedene Zusammensetzung und sind im Allgemeinen weiter nichts als Schlamm, der aus der Zersetzung oder Zerreibung verschiedener Gesteine entstanden ist. Der reinste natürliche Thon ist der Porzellanthon *), der ein

*) Kaolin oder Porzellanthon von Aue in Sachsen enthält nach Klaproth's Analyse: 46,0 Kiesel, 39,0 Thonerde, 0,25 Eisenoxyd, 14,5 Wasser. Andere Arten enthalten auch etwas Kali, Kalk- und Talkerde beigemischt.

Digitized by Google

Produkt der Zersetzung aus Feldspath und Quarz bestehender Felsarten ist und stets Quarz beigemengt enthält. Schieferthon hat, wie der Thon, ebenfalls die Eigenschaft, im Wasser zu binden oder plastisch zu werden. Es ist eine festere Form des Thons, der wahrscheinlich durch Druck verdichtet ist. Er theilt sich gewöhnlich in dünne Blättchen.

Ein allgemeines Kennzeichen aller thonigen Gebirgsarten ist, dass sie beim Anhauchen einen eigenthümlichen Geruch entwickeln, welcher ein Beweis von dem Vorhandenseyn von Thonerde ist, obwohl er sich bei der reinen Thonerde nicht findet, sondern dem Anschein nach nur bei einer Verbindung dieser Substanz mit Eisenoxyd.

Kalkige Gesteine. — Diese Abtheilung umfasst diejenigen Gesteine, welche, gleich der Kreide, aus Kalkerde und Kohlensäure bestehen. Auch Muscheln und Korallen sind aus denselben Stoffen zusammengesetzt, jedoch mit einem Zusatz von thierischer Materie. Um reinen Kalk zu erhalten, ist es erforderlich, diese kalkigen Substanzen zu calciniren, d. h. sie einem hinlänglich hohen Hitzgrad auszusetzen, um die Kohlensäure und andere flüchtige Stoffe zu vertreiben, ohne dass der Kalk verglast oder geschmolzen wird. Weisse Kreide ist oft reiner kohlensaurer Kalk und obgleich diese Gebirgsart gewöhnlich weich und erdig ist, so hat sie doch auch zuweilen eine hinlängliche Härte, um als Baustein angewendet zu werden und geht selbst in ein dichtes, d. h. in ein solches Gestein über, dessen von einander getrennte Theilchen so klein sind, dass sie mit unbewaffnetem Auge nicht von einander unterschieden werden

Digitized by Google

können. Diese letztern könnten „kalkige Sandsteine“ genannt werden, allein diese Benennung lässt sich zweckmässiger auf ein Gestein anwenden, in welchem die Körner theils kalkig und theils quarzig sind, oder mit andern Worten, auf quarzigen Sandstein mit kalkigem Bindemittel.

Der „Oolit“ genannte Kalkstein besteht aus sehr vielen eiförmigen Körnern, die dem Fischroggen ähnlich sehen und von denen jedes Korn gewöhnlich ein Sandkorn als Kern hat, um den sich concentrische Lagen von kalkiger Materie angehäuft haben.

Jeder Kalkstein, der hart genug ist, um eine feine Politur anzunehmen, wird **Marmor** genannt. Mancher Marmor enthält Versteinerungen; allein Statuenmarmor, der auch körniger Kalkstein genannt worden ist und der eine Textur wie feiner Zucker hat, ist versteinerungsleer und ein Glied der metamorphischen Reihe.

Kieseliger oder quarziger Kalkstein ist ein inniges Gemenge von kohlensaurem Kalk und Feuersteinsubstanz und ist um so härter, je mehr die letztere vorherrscht.

Das Vorhandenseyn von kohlensaurem Kalk in einem Gestein lässt sich erkennen, wenn man auf seine Oberfläche einen Tropfen verdünnter Schwefel-, Salpeter- oder Salzsäure bringt; denn da der Kalk eine nähere Verwandtschaft zu diesen, als zur Kohlensäure hat, so verbindet er sich unmittelbar mit denselben und bildet neue Verbindungen, d. h. schwefel-, salpeter- oder salzsauren Kalk. Ist daher die Kohlensäure von ihrer Verbindung mit dem Kalk befreit, so entweicht sie in Gasform und brausst auf, da sie ihren Weg durch die Flüssigkeit in

Digitized by Google

kleinen Bläschen nimmt. Dieses Aufbrausen ist stärker oder schwächer, je nachdem der Kalkstein rein oder unrein ist, oder mit andern Worten, je nach der mit dem kohlensauren Kalk vermengten Quantität fremdartiger Materien. Ohne Hilfe dieses Reagens kann selbst das erfahrenste Auge nicht immer das Daseyn von Kalk in Gesteinen entdecken.

Die oben erwähnten drei Klassen von Felsarten, die sandigen, thonigen und kalkigen, gehen unaufhörlich in einander über und finden sich selten getrennt oder rein. Daher ist es eine Ausnahme von der allgemeinen Regel, Kalkstein zu treffen, der so rein ist, wie gewöhnlich die weisse Kreide, oder Thon, oder wie mancher Porzellanthon, oder weissen Sand, wie der aus dem Hörse bei Blankenburg am Harz, oder aus der Alumbucht auf der Insel Wight, oder Sandstein, so rein als der von Fontainebleau bei Paris, der als Pflasterstein benutzt wird. Weit eher finden sich Sand und Thon, oder Thon und Kalk in einer Masse mit einander vermengt. Wenn Sand und Thon beide in beträchtlicher Quantität vorhanden sind, so heisst das Gemenge Lehm. Thon, der vielen Kalk eingemengt enthält, heisst Mergel; allein dieses Wort wird unglücklicherweise so unbestimmt angewendet, dass es oft sehr zweideutig ist. Man hat es auf Substanzen angewendet, in denen gar kein Kalk vorhanden ist; so nennt der Oekonom jeden Boden Mergel, der, wie der wirkliche, an der Luft leicht zerfällt. Daher entsteht die Verwirrung, diesen Namen für Bodenarten anzuwenden, die, da sie aus Lehm bestehen, leicht gepflügt werden können, obgleich sie gar keinen Kalk enthalten.

Digitized by Google

Mergelschiefer steht in demselben Verhältniss zu dem Mergel, wie Schieferthon zum Thon; es ist ein Kalkschiefer. In manchen Gegenden, z. B. in den schweizer Alpen, ist er sehr häufig. Thoniger oder mergeliger Kalkstein findet sich auch oft.

Nur wenig andere Felsarten sind aber so häufige Gemengtheile der sedimentären Schichten, dass es erforderlich ist, hier ihre Kennzeichen aufzuführen. Wir wollen nur noch zwei, den Dolomit und den Gyps erwähnen.

Dolomit oder Magnesiakalkstein besteht aus kohlensaurem Kalk und aus Magnesia oder Talkerde; das Verhältniss der letztern steigt zuweilen bis auf die Hälfte. Mit Säuren brausst er weit langsamer und schwächer, als gewöhnlicher Kalkstein. In England, wo dieses Gestein sehr häufig vorkommt, hat es gewöhnlich eine gelbliche Farbe, doch ist sein mineralogischer Charakter sehr verschieden, indem er aus dem erdigen Zustand in ein weisses, dichtes, sehr festes Gestein übergeht. So hat er in manchen Punkten von Deutschland, namentlich in den Alpen, im schwäbischen Alp und im Mannsfeldschen eine körnige Textur.

Gyps besteht aus Schwefelsäure, Kalk und Wasser. Er ist gewöhnlich weich, gelblichweiss und mit einer zuckerartigen Textur, zuweilen besteht er aber gänzlich aus linsenförmigen Krystallen. In Säuren brausst er nicht und ist unlösslich, indem der Kalk mit Schwefelsäure verbunden ist, für die er eine stärkere Affinität hat, als für jede andere. Wasserfreier Gyps oder Anhydrit findet sich seltner. Gypsmergel ist ein Gemenge von Gyps und Mergel.

Digitized by Google

Schichtungsverhältnisse. — Zuweilen besteht eine Schichtenreihe aus einer von den obigen Gebirgsarten, zuweilen auch aus zwei oder mehrern, die unter einander wechsellagern. So durchsinken wir z. B. in den Steinkohlengebirgen mit unsern bergmännischen Bauen verschiedene Sandsteinlager, die einen fein-, die andern grobkörniger, einige weiss, andere dunkelfarbig und unter ihnen Schichten von Schieferthon und Sandstein, oder Lager von ersterm, die in dünne Blätter theilbar sind und schöne Pflanzenabdrücke enthalten. Dann finden wir wieder Lager oder Flötze von reiner und unreiner Kohle, die mit Schieferthon wechsellagern und unter dem Ganzen liegen vielleicht Schichten oder Lager von Kalkstein mit sehr vielen Korallen und Meermuscheln und jedes Lager lässt sich von dem andern durch gewisse Versteinerungen, oder durch die Menge eigenthümlicher Species von Muscheln und Zoophyten unterscheiden.

Dieser Wechsel von verschiedenen Gebirgsarten veranlasst die ausgezeichnetste Schichtung und wir finden oft Lager von Kalkstein und Mergel, Conglomerat und Sandstein, Sand und Thon, die sich in fast regelmässiger Ordnung in einer Reihe von vielen hundert Schichten wiederholen. Die Ursachen, welche diese Erscheinungen veranlassen, sind sehr verschieden und sind in unserm grössern Werk in dem Abschnitt von den neuern Veränderungen der Erdoberfläche vollständig entwickelt. Es ist dort gezeigt, dass sich in Seen ergiessende Flüsse mechanische Niederschläge mit sich führen, die nach den Jahreszeiten in Menge, Bestand, Farbe und Korn verschieden sind. Zuweilen sind die Gewässer

Digitized by Google

angeschwollen und reissend, zu andern Zeiten seicht und schwach; verschiedene Nebenflüsse, die besondere Gegenden und Bodenarten entwässern und daher verschiedene Niederschläge mit sich führen, sind zu gewissen Perioden angeschwollen. Es wird in dem grossen Werke ferner auch gezeigt, dass die Meereswogen und die Strömungen während der Winterstürme die Gestade unterwaschen und die Materien, aus denen dieselben bestehen, der Tiefe zuführen, worauf eine Zeit der Ruhe folgt, in welcher nur der feinste Schlamm durch die Bewegungen des Oceans über dieselbe submarine Oberfläche verbreitet werden kann.

Es ist nicht Gegenstand des vorliegenden Werks, eine Beschreibung dieser Einwirkungen zu geben, die sich von Jahr zu Jahr, von Jahrhundert zu Jahrhundert wiederholen; allein ich will die Art und Weise zu erklären suchen, wie der glimmerige Sandstein entsteht, nämlich der, in welchem wir unzählige feine Lagen von Glimmer sehen, welche zwischen Lagen von feinem Quarzsande liegen. Ich beobachtete dieselbe Anordnung der Materialien in einem neuen Schlammabsatz in der Bucht von La Roche St. Bernard, an der Mündung der Loire in der Bretagne. Das benachbarte Gestein ist Gneis, der durch seine Zersetzung den Schlamm liefert. Wenn dieser zur Ebbezeit trocknet, so findet man, dass er aus braunem blättrigen Thon besteht, der durch dünne Glimmerlagen getheilt ist. Man sieht hierdurch, wie der glimmerige Sandstein entstanden ist. Wenn man eine Hand voll Quarzsand, der mit Glimmer vermengt ist, in klares fliessendes Wasser wirft, so werden die Materialien sogleich durch dasselbe sortirt, die Quarzkörner

Digitized by Google

fallen fast sofort zu Boden, während die Glimmerblättchen längere Zeit schwimmen, ehe sie den Boden erreichen und deshalb auch von dem Wasser weiter geführt werden. Anfänglich ist das Wasser trübe, allein gleich darauf sieht man die Glimmerblättchen mit Silberglanz reflectirt und sie fallen langsam nieder und bilden eine deutliche glimmerige Lage. Der Glimmer ist freilich die schwerere Substanz von den beiden, allein wegen der grossen Oberfläche, welche er darbietet, bleibt er länger in dem Wasser hängen. Man kann daher leicht einsehen, wie die Wirkung der Wellen, der Strömungen und der Fluth den aus der Zersetzung eines granitischen Gebirgs abwärts geführten Niederschlag sortiren und die Glimmerblättchen lagenweis und getrennt von dem Schlamm und Sand absetzen konnte.

Ursprüngliche horizontale Lage. — Es ist die allgemeine Annahme, dass die obern und untern Oberflächen der Schichten, oder die sogenannten Schichtungsebenen einander parallel seyen. Obgleich dies nicht streng richtig ist, so nähern sie sich doch dem Parallelismus, wie denn mechanische Niederschläge *(Sediment)* anfänglich gewöhnlich in fast horizontalen Lagen abgesetzt werden. Der Grund einer solchen Anordnung kann durchaus nicht einer ursprünglichen Gleichheit oder Horizontalität des Meeresbettes zugeschrieben werden; denn man hat sich überzeugt, dass an solchen Stellen, an denen neuerlich keine Materie abgesetzt worden ist, der Meeresboden eben so uneben, als das trockne Land ist und auf gleiche Weise seine Berge, Thäler und Schluchten hat. Sänke aber das Meer, oder würde das Wasser in der Nähe der

Digitized by Google

Mündung grosser Flüsse, wo sich ein Delta gebildet hat, verdrängt, so würden wir ausgedehnte Ebenen von Sand und Schlamm, die trocken gelegt worden, wahrnehmen, welche dem Auge als vollkommen horizontal erscheinen würden, obgleich sie in der Wirklichkeit sanft vom Lande nach dem Meere zu abfallen. Dieses Bestreben, bei neu gebildeten Schichten eine horizontale Lage anzunehmen, rührt hauptsächlich von der Bewegung der Gewässer her, welche Theilchen von Sand und Schlamm auf dem Boden entlang führen und sie veranlasst, sich in Höhlungen und Niederungen abzusetzen, wo sie der Einwirkung der Strömung weniger ausgesetzt sind, als wenn sie auf erhöhten Punkten liegen. Die Geschwindigkeit der Strömung und die Bewegung der Oberflächenwellen vermindert sich nach niederwärts und ist am geringsten in den Senkungen, wo das Wasser die grösste Tiefe hat. Eine gute Erläuterung des hier angeführten Princips sieht man zuweilen in der Nachbarschaft eines Vulkans, wo ein natürlicher oder künstlicher Durchschnitt eine Reihe verschiedenfarbiger Lagen von Sand und Asche zeigt, die in Schauern auf einen unebenen Boden niedergefallen sind. Es seyen A, B (Fig. 1. Taf. 1) zwei Höhenzüge mit einem dazwischen liegenden Thale. Diese ursprünglichen Unebenheiten der Oberfläche sind nach und nach durch Lagen von Sand und Asche c d e verschwunden, indem die Oberfläche von e gänzlich eben ist. Man ersieht aus der Abbildung, dass, obgleich sich die Materialien der ersten Lagen sehr bedeutend nach der Gestalt des Bodens A, B angepasst haben, dennoch jede Lage unten am stärksten ist. Anfänglich wurden man-

Digitized by Google

che Theilchen durch ihr eigenes Gewicht die steilen Abhänge von A und B hinabgeführt und andere wurden darauf durch den Wind abwärts geführt, so wie sie auf den Erhöhungen niederfielen und blieben in der Senkung liegen, die auf diese Weise immer mehr verschwand, so wie sich die Schichten von c nach e anhäuften. Diese ebnende Wirkung mag dem Anfänger vielleicht noch deutlicher werden, wenn er sich denkt, dass in einer Sandebene eine Anzahl paralleler Gräben gezogen, die von dem Winde durch den beweglichen Sand bald wieder gänzlich verwischt und die Oberfläche so eben als vorher gemacht werden würde. Nun kann aber sich bewegendes Wasser diese ebnende Kraft mit ähnlichen Materialien noch weit leichter ausführen, als die Luft, denn fast alle Steine verlieren im Wasser mehr als ein Drittel von dem Gewicht, welches sie in der Luft haben, indem man das durchschnittliche specifische Gewicht der Felsarten im Verhältniss zu dem = 1 gesetzten des Wassers zu $2\frac{1}{2}$ annehmen kann. Jedoch ist die Schwimmkraft von Sand oder Schlamm im Meere noch weit bedeutender, da die Dichtigkeit des Meerwassers die des süssen Wassers übersteigt.

So gleichförmig und horizontal aber auch die Oberfläche der neuen Ablagerungen im Allgemeinen seyn mag, so finden sich doch manche störende Ursachen, wie z. B. Strudel und Strömungen, die sich erst in der einen und dann in einer andern Richtung bewegen und häufig Unregelmässigkeiten veranlassen. Zuweilen können wir ein Kalkstein-, Schieferthon- oder Sandsteinlager auf einer Strecke von vielen hundert Fussen ununterbrochen verfolgen; im Allgemei-

Digitized by Google

nen finden wir aber, dass sich jede einzelne Schicht auskeilt, d. h. nach und nach dünner wird und verliert, so dass sich die vorher über und unter dieser Schicht befindlichen Schichten treffen. Sind die Materialien grobkörnig, wie bei manchen Sandsteinen und Conglomeraten, so kann ein Lager selten eine längere Strecke verfolgt werden, ohne dass sich seine Verhältnisse nicht verändern, oder dass es sein Ende erreicht hat, wie Fig. 2 deutlich zeigt.

Aber auch eine andere Erscheinung zeigt sich häufig. Wir finden eine Reihe von mächtigern oder stärkern Schichten, die aus einer Anzahl von dünnern bestehen, welche in schiefer Richtung zu den allgemeinen Schichtungsebenen stehen. Dieser diagonalen Struktur hat man den Namen der „falschen Schichtung" gegeben. So sehen wir an dem in Fig. 3 dargestellten 20 Fuss hohen Durchschnitt eines Hügels, der zur Grünsandformation gehört, zu Sandy Hill bei Biggleswalde in der englischen Provinz Bedford, mächtige Lager von gelbem und braunen losen Sand und die Linien a, b, c bezeichnen einige von den hauptsächlichsten, fast horizontalen Schichtungsebenen. Aber der grösste Theil der untergeordneten Lagen stimmt mit jenen Ebenen nicht überein, sondern hat einen steilen Abfall, der zuweilen nach entgegengesetzten Weltgegenden statt findet. Wenn der Sand, wie in dem vorliegenden Falle, lose und ohne Zusammenhang ist, so kann die Abweichung von dem Parallelismus der geneigten Lager möglicherweise nicht dadurch erklärt werden, dass die Theilchen während des Festwerdens der Felsart eine andere Struktur erlangt haben. Auf welche Weise können denn aber sol-

Digitized by Google

che Unregelmässigkeiten dem ersten Absatze zugeschrieben werden? Wir müssen annehmen, dass auf dem Meeresboden sowohl, als auch in den Flussbetten, die Bewegungen der Wellen, Strömungen und Strudel oft die Veranlassung sind, dass Schlamm, Sand und Grus an gewissen Punkten in Haufen abgesetzt, anstatt dass sie gleichförmig über eine weite Oberfläche ausgebreitet werden. Zuweilen mögen, wenn auf diese Weise Bänke gebildet worden sind, Strömungen Durchgänge darin eingeschnitten haben, so wie sich ein Fluss sein Bett bildet. Nehmen wir an, dass auf diese Weise die Bank A Fig. 4 mit einer stark abfallenden Seite gebildet worden sey, so wird die Absatzlage *No.* 1, wenn das Wasser in einem ruhigen Zustand ist, fast gleichförmig mit ihrer Oberfläche niedergeschlagen werden. Später sind die Lagen 2, 3, 4 der Reihe nach abgesetzt, so dass die Bank B, C, D gebildet wurde. Nahm alsdann die Strömung an Geschwindigkeit zu, so wurde vielleicht der obere Theil dieser Masse bis zu der punktirten Linie e weggespült und es wurden die Materien weiter fortgeführt, so dass sie die Lagen 5, 6, 7, 8 bildeten. Wir haben nun die Bank B C D E Fig. 5, deren Oberfläche fast ganz eben ist und auf denen sich dann die fast horizontalen Lagen 9, 10 und 11 absetzen konnten. Die entgegengesetzte Neigung der diagonalen Lagen, der über einander liegenden Schichten in dem Durchschnitte Fig. 3 können durch Veränderungen in der Richtung der Fluth und der Strömungen an einem Punkt erklärt werden.

Das Geriffelte oder Wellenförmige kommt an der Oberfläche des Sandsteins aller Formationen sehr gewöhnlich vor, wovon das in Fig. 6

Digitized by Google

dargestellte Stück bunter Sandstein aus der englischen Provinz Cheshire ein Beispiel gibt und welche Erscheinung man an der Meeresküste bei der Ebbe sehr oft wahrnimmt. Sie scheint davon herzurühren, dass dem Meeresboden Materialien entlang getrieben werden und zwar auf eine Weise, welche durch die oben beschriebenen geneigten Lagen erklärt werden kann. Dieses Geriffelte ist aber nicht allein auf das Ufer zwischen hohem und niedrigen Wasser beschränkt, sondern wird auch auf Sand hervorgebracht, der fortwährend mit Wasser bedeckt ist. Aehnliche wellenförmige Reihen oder Furchen sieht man auch zuweilen auf der Oberfläche von dem Winde weggetriebenen Schnees und Sandes. Ich beobachtete einst diese Wirkung der Bewegung der Luft auf eine sehr ausgedehnte Weise an dem flachen Ufer bei der Ebbe, in der Nähe von Calais in Frankreich. Von den benachbarten Dünen wurden Wolken von feinem weissen Sand herbeigeführt, welcher die horizontale Oberfläche von sandigem Schlamm bedeckten und weiss färbten und diese frische Sanddecke war sehr schön geriffelt. Indem ich die kleinen Erhöhungen und Furchen auf einer Oberfläche von mehrern Quadratellen ebnete, wurden sie nach ungefähr zehn Minuten vollkommen wieder hergestellt, indem die allgemeine Richtung der Furchen stets rechtwinklich auf der des Windes stand. Die Wiederherstellung begann dadurch, dass an manchen Punkten kleine einzelne Häufchen Sand erschienen, welche bald länger wurden und sich vereinigten, so dass sie lange gekrümmte Reihen mit dazwischen liegenden Furchen bildeten. Jede Reihe fiel auf der einen Seite sanft und auf der andern steil ab; die Lee-

Digitized by Google

oder unter dem Winde liegende Seite, wie b, c, oder d, e, Fig. 7, war immer die steil, die Windseite, wie a, b, oder c, d, dagegen die sanft abfallende. Wenn ein Windstoss hinlängliche Kraft hatte, um eine Sandwolke vor sich her zu treiben, so waren alle Reihen auf einmal in Bewegung, so dass sie in wenigen Minuten den Platz einnahmen, welchen vorher die Furchen eingenommen hatten. Das Fortschreiten erfolgte dadurch, dass die Sandkörner unaufhörlich die Abhänge ab und cd aufwärts getrieben wurden; manche fielen, wenn sie bei b und d angelangt waren, über die Abdachung von bc und de und waren dann unter dem Winde, so dass sie, je nach ihrer Form und Geschwindigkeit, an verschiedenen Punkten des Abhanges liegen blieben und nur wenige auf den Boden der Furchen fielen. Auf diese Weise bewegte sich jede Reihe langsam, so oft als die Kraft des Windes zunahm. Zuweilen ging ein Theil der Reihe rascher vorwärts, als der übrige, erreichte die unmittelbar vorhergehende und vereinigte sich mit derselben, wodurch die so gewöhnlichen Gabelungen und Verzweigungen entstehen, mit denen man zwei auf dem in Figur 6 dargestellten Stück Sandstein sieht. Wir können solche Struktur in Sandstein jeden Alters wahrnehmen und es zeigen sich an demselben, so wie an dem Sande der Meeresküste, oft zwei Systeme von Riffelungen, die einander durchschneiden und von denen das eine älter, als das andere und halb verwischt ist, wogegen in dem neuern die Furchen und Reihen deutlicher sind, aber eine verschiedene Richtung von jenen haben. Dieses Durchkreuzen der Riffelungen rührt von einem Umsetzen des

Digitized by Google

Windes her, der denn auch eine andere Richtung der Wellen veranlasst.

Drittes Kapitel.

Vorkommen der Versteinerungen — sowohl der Meeres- als Süsswasser-Versteinerungen — in den Gebirgsschichten.

Nachdem wir in dem vorhergehenden Kapitel die Schichtungsverhältnisse, soweit sie durch die unorganischen Materien bestimmt werden, betrachtet haben, müssen wir nun unsere Aufmerksamkeit auf die Art und Weise richten, wie die organischen Reste in den geschichteten Ablagerungen vertheilt werden. Oft würden wir gar nicht im Stande seyn, irgend ein Zeichen der Schichtung oder des successiven Absatzes zu entdecken, wenn nicht hier und dort an gewissen Punkten der Masse besondere Arten von Versteinerungen vorkämen. In einem Niveau kommen z. B. zweischalige Muscheln vor, von denen eine oder mehrere Species vorherrschen; in einem andern finden sich gewisse einschalige Muscheln und in einer dritten Korallen, während wir in einigen Formationen die Schichten von Lagen vegetabilischer Materien getrennt finden.

Einem Anfänger muss es unbegreiflich erscheinen, wie mehrere tausend Fuss mächtige Gebirgsmassen vom Fuss bis zum Gipfel mit

Digitized by Google

Versteinerungen erfüllt seyn können; allein die Schwierigkeit schwindet, wenn er die Entstehung der Schichtung erwägt, so wie sie in dem vorhergehenden Kapitel erklärt worden ist und gestattet der Anhäufung der Niederschläge hinlänglich lange Zeiträume. Er muss es nie aus dem Gesichtspunkte verlieren, dass während des Absatzes jede Schicht einst die obere und unmittelbar von dem Wasser, in welchem Geschöpfe lebten, bedeckt war. Wirklich war jede Schicht, mag sie auch noch so tief unter der Oberfläche liegen, einst in dem Zustande des losen Sandes oder des weichen Schlammes auf dem Meeresboden vorhanden, auf welchem Muscheln und andere Körper leicht eingeschlossen werden konnten.

Achtet man auf die Beschaffenheit dieser Reste, so sind wir oft zu bestimmen im Stande, ob der Absatz langsam oder schnell, ob er im tiefen oder seichten Meer, in der Nähe der Küste oder weit davon entfernt, ob im salzigen, im brakigen oder im süssen Wasser statt fand. Gewisse Kalksteine bestehen fast gänzlich aus Korallen und ihre Lagerungsverhältnisse sind offenbar durch die Art und Weise des Wachsthums der Zoophyten bestimmt; denn wenn die Schicht horizontal ist, so ist der kugelförmig runde Kopf gewisser Specien oben und der Anhängungspunkt ist nach unterwärts gerichtet. Diese Struktur wiederholt sich oft durch eine grosse Reihe von Schichten. Aus dem, was wir über das Wachsthum ähnlicher Zoophyten in neuern Korallenriffen wissen, dürften wir folgern, dass das Verhältniss des Wachsthums ausserordentlich langsam war und manche von den Versteinerungen müssen, gleich Bäumen,

Digitized by Google

Jahrhunderte vegetirt haben, ehe sie eine so bedeutende Grösse erreichten. Während dieses Zeitraums musste das Wasser hell und durchsichtig bleiben, denn solche Zoophyten können nicht in trübem Wasser leben.

Wenn wir ferner Tausende von ausgewachsenen Muscheln überall in einer langen Reihe von Schichten zerstreut sehen, so dürfen wir nicht zweifeln, dass zur Vermehrung der auf einander folgenden Generationen Zeit erforderlich war; und die Ueberzeugung von einer langsamen Anhäufung wird durch das öftere Vorkommen von fossilen Körpern, die, ohne in Niederschläge eingeschlossen worden zu seyn, lange Zeit nach ihrem Tod auf dem Meeresboden gelegen haben, bestätigt. So ist es z. B. ganz gewöhnlich, fossile Austern im Thon zu finden, auf deren innerer Schale *Serpulae*, Seeeicheln, Korallen und andere Geschöpfe fest sitzen, so dass die Mollusken gewiss nicht in dem Augenblick ihres Todes in dem thonigen Schlamm begraben wurden. Es musste noch eine Zeit gegeben haben, während welcher es noch von klarem Wasser umgeben war und in der die nun an der Auster hängenden Testaceen nur entstehen und vollkommen auswachsen konnten. Auf der Aussenseite einer Auster oder andern Muschel konnten wohl einige kleine Muscheln, wie die *Serpulae* in Fig. 8, während das Thier noch lebte, anwachsen, allein auf der innern Seite der Schale konnte das Anwachsen anderer Muscheln nur nach dem Tode des Bewohners erfolgen. So werden wir in Fig. 8 sehen, dass zwei *Serpulae* auf der innern Schale einer *Gryphaea* (einer Austerart) und zwar die eine genau an der Stelle angewachsen ist, an welcher

Digitized by Google

der *Adductor* oder einwärts ziehende Muskel derselben befestigt war.

Einige fossile Muscheln, selbst wenn sie nur an der Aussenfläche anderer festsitzen, geben einen vollkommenen Beweis von der oben angeführten Folgerung, dass nämlich zwischen dem Tode des Geschöpfs, an dessen Schale sie festsitzen und dem Einschlusse desselben in Schlamm oder Sand eine gewisse Zeit verfloss. Die in der Kreide so häufigen Seeigel, oder *Echini*, geben eine gute Erläuterung dieses Satzes. Man weiss, dass diese Thiere im Leben, ohne Ausnahme, mit sehr vielen Stacheln bedeckt sind, welche als Bewegungsorgane dienen und von Reihen kleiner Röhrchen getragen werden, welche letztere man nur erst nach dem Tode des Seeigels, wenn die Stacheln ausgefallen sind, wahrnehmen kann. In Fig. 10 ist eine lebende Species von dem an der englischen Küste häufigen *Spatangus* dargestellt, von deren Hälfte die Stacheln entfernt worden sind. In Fig. 9 zeigt eine fossile Art desselben Geschlechts aus der weissen Kreide Englands die nackende Oberfläche der von den Borsten entblössten Individuen dieser Familie. Die an dieser Oberfläche hängende ausgewachsene *Serpula* kann daher nicht eher zu wachsen begonnen haben, als bis der *Spatangus* gestorben und die Stacheln von demselben abgefallen waren.

Wir können aber die Reihe der hier durch ein einziges Fossil bewiesenen Thatsachen noch einen Schritt weiter verfolgen. So finden wir oft einen Seeigel in der Kreide (Fig. 11), an welchen die untere Schale einer *Crania*, eines ausgestorbenen Geschlechts zweischaliger Muscheln, angewachsen ist. Die obere Schale

Digitized by Google

(b, Fig. 11) fehlt fast immer, obgleich sie zuweilen in einem vollkommen erhaltenen Zustande nicht weit davon entfernt in der weissen Kreide gefunden worden ist. In diesem Falle sehen wir deutlich, dass der Seeigel zuvörderst von seiner Jugend bis zum Alter lebte, dass er alsdann starb und seine Stacheln verlor, welche weggeführt wurden. Dann setzte sich eine junge *Crania* an die nackte Schale und starb ebenfalls, worauf die obere Schale von der untern getrennt, ehe der *Echinus* von kalkigem Schlamm umhüllt wurde.

Wir dürfen es nicht ausser Acht lassen, durch mehr als ein Beispiel die Art und Weise zu erläutern, wie einzelne Versteinerungen zuweilen Licht auf einen frühern Zustand der Dinge werfen, sowohl in Beziehung auf das Meeresbett, als auf irgend ein benachbartes Land. Wir finden in dem Thon, auf welchem London erbaut ist, in verschiedenen Tiefen manche Holzbruchstücke, die von Bohrwürmern angebohrt worden sind. Ganze Bäumstämme und Zacken, mehrere Fuss lang, werden zuweilen ausgegraben und dieselben sind überall mit Höhlungen von diesen Bohrern versehen, deren Röhren und Schalen noch in den cylindrischen Löchern vorhanden sind. Fig. 13 e zeigt ein Stück neues Holz, welches von dem *Teredo navalis* oder gemeinem Schiffsbohrwurm, der hölzerne Pfeiler und Schiffe zerstört, durchbohrt worden ist. Wenn die cylindrische Röhre d aus dem Holze herausgezogen ist, so sieht man an dem weitern Ende eine aus zwei Stücken bestehende Muschel, wie sich bei c zeigt. Eben so ist ein Stück fossiles Holz (a, Fig. 12) von einem Thier von ähnlichem, aber erloschenen Geschlecht,

Digitized by Google

welches Lamark *Teredina* genannt hat, durchbohrt. Die kalkige Röhre dieser Molluske war mit den Schalen der Muschel (b) verbunden, gewissermaasen verlöthet, so dass sie nicht wie beim neuen *Teredo* von der Röhre entfernt werden konnten. Das Holz ist bei dem fossilen Stück in eine steinige Masse, in ein Gemenge von Thon und Kalk verwandelt; allein es musste einst, als die *Teredinae* darauf lebten und es nach allen Richtungen durchbohrten, auf dem Meere schwimmen. Ferner musste, ehe sich die junge Kolonie auf dem Treibholze festsetzte, der Baumzacken dem Meere durch einen Fluss zugeführt, er musste vielleicht durch eine Fluth entwurzelt, oder durch einen Sturm umgeworfen und in die Wellen gestürzt worden seyn. Und auf diese Weise werden wir auf eine noch frühere Periode zurückgeführt, in welcher der Baum viele Jahre lang auf dem trocknen Lande grünte und blühte.

Wir haben bereits bemerkt, dass im Innern des Festlandes, in verschiedenen Tiefen der Erdrinde und in bedeutenden Höhen über der Meeresfläche, Felsarten vorkommen, die fast gänzlich aus Zoophyten- und Schalthierresten bestehen. Solche Massen können mit den neuen Auster- oder Muschelbänken und Korallenriffen verglichen werden und gleich diesen können sie nur sehr nach und nach zugenommen haben. Es gibt aber eine Art von Gesteinen in der Erdrinde, die, wie jetzt bewiesen ist, von Pflanzen und Thieren entlehnt, deren organische Entstehung aber erst neuerlich erkannt worden ist. Sehr überraschend waren daher die neuern Entdeckungen des Professors Ehrenberg in Berlin, dass eine Art von kieseligem Gestein, der

Digitized by Google

Tripel und Polirschiefer, gänzlich aus Millionen von Skeletten oder Pflanzen mikroskopischer Thierchen bestehe. Die angeführten Substanzen sind seit lange nicht allein den Mineralogen, sondern auch in den Künsten und Gewerben bekannt gewesen, indem sie in pulverförmigem Zustande zum Poliren von Steinen und Metallen angewendet worden sind. Die Substanz kommt hauptsächlich von Bilin in Böhmen, wo sie ein sehr ausgedehntes und 14 Fuss mächtiges Lager bildet. Untersucht man das Gestein mit einem starken Vergrösserungsglase, so findet man, dass es aus den kieseligen Panzern von Infusorien besteht, die ohne irgend einen sichtbaren Cement unter einander vereinigt sind. Es hält schwer, sich einen genauen Begriff von ihrer ausserordentlichen Kleinheit zu machen, allein Ehrenberg bemerkt, dass in Folge einer möglichst genauen Schätzung in einem ungefähr 220 Gran wiegenden Kubikzoll des Biliner Tripels 41,000 Millionen Individuen von der *Gaillonella distans* (Fig. 15) vorhanden seyen, oder auf ein einzelnes Gran ungefähr 187 Millionen gehen. Bei jedem Strich, den wir daher mit diesem Polirpulver machen, werden mehrere Millionen, vielleicht 10 Millionen von vollständigen Versteinerungen zu Atomen zerdrückt.

Die Schalen oder Panzer dieser Infusorien bestehen aus reinem Kiesel und ihre Formen sind verschieden, aber bei den einzelnen Geschlechtern und Species sehr charakteristisch und constant. So sehen wir, dass bei der Familie *Bacillaria* (siehe Fig. 14, die, wie Fig. 15, 300 Mal vergrössert dargestellt worden ist) die im Tripel eingeschlossene fossile Species dieselben

Digitized by Google

Abtheilungen und Querlinien zeigt, welche die lebenden Schalen verwandter Arten zeigen. Mit denselben kommen auch die kieseligen *Spiculae* oder innern Träger des Süsswasser-Schwammes, oder *Spongilla* Lamark's (siehe die nadelförmigen Körper auf Fig. 18) vermengt vor. Diese feuersteinartigen Gehäuse oder *Spiculae* sind sehr hart, aber auch sehr zerbrechlich und spröde wie Glas, weshalb sie ein vortreffliches Polirpulver für Metall abgeben.

Ausser dem lediglich aus Infusorien bestehenden Tripel kommt in dem obern Theile des mächtigen Lagers zu Bilin ein anderes schweres und dichteres Gestein, eine Art von Halbopal vor (von dem Fig. 18 eine vergrösserte und Fig. 17 die natürliche Ansicht eines Stücks gibt), in welchem unzählige Theilchen von Infusorien und *Spiculae* der *Spongilla* befindlich und durch kieselige Substanz verbunden sind. Man nimmt an, dass die Schalen der feinern Thierchen vom Wasser aufgelöst worden sind und auf diese Weise Veranlassung zur Entstehung dieses Opals gegeben haben, in welchem die dauerhaftern Versteinerungen wie die Insekten im Bernstein enthalten sind. Diese Meinung wird durch die Thatsache bestätigt, dass die kleinen Schalen in Anzahl und Schärfe der Umrisse in dem Verhältniss abnehmen, als der opalartige Cement in Menge zunimmt.

Sowohl in dem oben beschriebenen böhmischen, als auch in dem Tripel von Planitz in Sachsen, finden sich Süsswasser-Infusorien; allein in dem aus andern Ländern, z. B. in dem von Isle-de-France, kommen Meeresspecien vor und sie gehören sämmtlich der tertiären

Digitized by Google

Periode an, von der wir weiter unten in der zweiten Abtheilung reden werden.

Eine wohlbekannte Substanz, der sogenannte Raseneisenstein, der oft in Torfmooren und in andern Niederungen vorkommt, besteht nach Ehrenberg's Beobachtung aus unzähligen gegliederten Fäden von ockergelber Farbe, die zum Theil aus Feuerstein und zum Theil aus Eisenoxyd bestehen. Diese Fäden sind die Schalen eines kleinen Thierchens, der *Gaillonella ferruginea,* von der Fig. 16 a eine um das 2000-fache vergrösserte Abbildung gibt. Unter noch vielen andern von Herrn Ehrenberg *) nachgewiesenen Vorkommnissen fossiler Infusorien erwähnen wir nur noch einer am südlichen Rande der Lüneburger Haide, im Amtsbezirke von Ebsdorf, wo sie, ½ bis 1½ Fuss unter dem Boden, ein 28 Fuss mächtiges, sehr ausgedehntes Lager bilden, welches dem Anscheine nach aus einer obern weissen und einer untern bräunlichen mehlartigen Schicht von fast reiner Kieselerde, die aus den Panzern von wenigstens 12 verschiedenen Infusorienspecien zusammengesetzt ist, besteht.

Ganz natürlich war zur Anhäufung von Schichten, zu welcher unzählige Generationen von Infusorien ihre Schalen beigetragen haben, viel Zeit erforderlich; und diese Entdeckungen führen uns nothwendig zu der Vermuthung, dass andere Absätze, deren Materialien gewöhnlich als unorganisch angesehen werden, in der Wirk-

*) Die fossilen Infusorien und die lebendige Dammerde. Vorgetragen in der Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1836 und 1837 vom Prof. Dr. C. G. Ehrenberg. Leipzig 1838.

Digitized by Google

lichkeit ebenfalls aus mikroskopischen organischen Körpern bestehen müssen. Man hat oft gemeint, dass dies mit der weissen Kreide der Fall sey, da man die Beobachtung gemacht hat, dass das Gestein aus sehr verschiedenen Meeresversteinerungen, als Muscheln, Echiniten, Schwämmen, Korallen, Krustaceen und Fischen bestehe. Herr Lonsdale untersuchte in dem Museum der geologischen Gesellschaft zu London kürzlich Stücken weisser Kreide von verschiedenen Punkten Englands und fand, indem er sie sorgfältig in Wasser pulverisirte, dass das, was sich dem unbewaffneten Auge als blose weisse Körnchen darstellt, in der That wohl erhaltene Versteinerungen sind. Er erlangte ungefähr ein Tausend derselben aus jedem Pfund Kreide, von denen manche Bruchstücke kleine Korallinen, andere ganze *Foraminifera* und *Cytherinae* sind. Die Figg. 19 bis 22 geben einen Begriff von den schönen Formen mancher dieser Körper. Die Figg. aa stellen ihre natürliche Grösse dar; allein so klein, als die kleinsten von ihnen, wie a, Fig. 22 zu seyn scheinen, so sind sie doch gegen die vorhin erwähnten Infusorienschalen gigantisch. Man hat übrigens guten Grund zu der Annahme, dass die Kammern, in welche diese *Foraminifera* getheilt, wirklich oft mit Hunderten von Infusorien erfüllt sind; denn viele von den kleinen Körnern, welche dieselben enthalten und welche die umgebende Kreide bilden, sind unter einem starken Mikroskop als kreisrunde Scheiben erkannt worden, ähnlich den Gliederungen der in Fig. 18 dargestellten *Gaillonella*. Die angeführten Körper waren kalkig, allein Ehrenberg hat andere in den von der Kreide um-

Digitized by Google

schlossenen Feuersteinen entdeckt, die gleich den Infusorien des Tripels kieselig sind. Diese Formen sind hauptsächlich in den weissen Ueberzügen des Feuersteins sichtbar und sind häufig von unzähligen nadelförmigen *Spiculae* der Schwämme begleitet. Dieselben zeigen sich auch zuweilen in den Centraltheilen der Kreidefeuersteine, da wo dieselben eine lichtere Farbe haben. Nachdem wir diese Entdeckungen betrachtet haben, werden wir natürlich zu der Folgerung veranlasst, dass, da das formlose Bindemittel in dem Halbopal von Bilin von der Zersetzung von Thierresten herrührt, so auch diejenigen Theile der Kreidefeuersteine, in denen keine organische Struktur erkannt werden kann, dennoch einen Theil von mikroskopischen Thierchen gebildet haben mag.

„Der Staub, auf dem wir wandeln, war einst lebendig!“ —

Byron.

Und welch' einen schwachen Begriff gibt dieser Ausruf des Dichters von den wirklichen Wundern der Natur. Denn hier finden wir Beweise, dass der kalkige und kieselige Staub, aus welchem Berge bestehen, nicht allein einst lebendig war, sondern dass selbst jedes dem unbewaffneten Auge unsichtbare Theilchen dennoch eine organische Struktur enthält, die zu unberechnenbar entfernten Perioden durch die Lebenskraft ihnen ertheilt war.

Da wir die Langsamkeit, mit welcher versteinerungsführende Schichten im Allgemeinen gebildet worden sind, zu beweisen gesucht haben, so müssen wir hier auch noch bemerken, dass einige Geologen aus den Erscheinungen bei

Digitized by Google

gewissen Ablagerungen, die Kohlen enthalten, behauptet haben, dass sehr mächtige Schichten sich schnell angehäuft hätten. Diese Folgerung ist hauptsächlich von der merkwürdigen Erscheinung gemacht, nämlich von der Stellung fossiler Baumstämme, welche die Ebenen mancher Schichten schief- und oft auch rechtwinklich durchschneiden. Wegen einer vollständigen Untersuchung dieser Frage verweisen wir die Leser auf das von dem Steinkohlengebirge handelnde Kapitel und wir bemerken hier nur, dass, obgleich an den Punkten, wo diese fossilen Bäume vorkommen, örtliche Ablagerungen in einem verhältnissmässig kurzem Zeitraume statt gefunden haben mögen, wir dennoch durchaus nicht folgern können, dass ein ähnliches Verhältniss von Zunahme der kohligen Gebirgsarten gleichzeitig über einen weiten Raum statt fand. Auf der andern Seite ist der vegetabilische Ursprung der Kohle nun allgemein angenommen und wenn wir über die wahrscheinliche Art und Weise discutiren, wie die Landpflanzen, aus denen sie entstanden, in Schiefer und Sandstein, welche aus dem Meereswasser abgesetzt wurden, eingeschlossen werden konnten, so werden wir die Nothwendigkeit der Annahme einer langen Reihefolge von Wirkungen anerkennen müssen.

Süsswasser- und Meeresversteinerungen. — Die im salzigen und im süssen Wasser abgesetzten Schichten haben zwar gleiche Form, allein die von ihnen umschlossenen Versteinerungen sind sehr verschieden, aus denselben Gründen, weshalb Thiere, die Flüsse und Seen bewohnen, von denen im Meere lebenden verschieden sind. Wir wollen dies durch einige

Digitized by Google

Beispiele zu erläutern suchen. Ueber den nördlichen Theil der Insel Wight dehnt sich eine Formation aus, die aus mehr als 50 Fuss mächtigen Mergel- und Kalksteinlagern besteht. Die Muscheln, welche dieselben enthalten, gehören hauptsächlich, wenn nicht sämmtlich erloschenen Specien, jedoch denselben Geschlechtern an, welche in den Sümpfen und Seen Englands oder wärmerer Länder leben.

In manchen Theilen Frankreichs, z. B. in der Auvergne, kommen 100 Fuss mächtige Schichten von Kalkstein, Mergel und Sandstein vor, welche ausschliesslich Süsswasser- und Landmuscheln, nebst den Resten von Landvierfüssern enthalten. Die Menge der in einigen von diesen Süsswasserablagerungen verbreiteten Landmuscheln ist sehr gross und es gibt selbst Gegenden, wo die Gebirgsarten kaum ein anderes Fossil als Schneckengehäuse *(Helices)* enthalten, wie z. B. in dem Kalkstein am linken Rheinufer zwischen Mainz und Worms, bei Oppenheim, Finsheim, Budenheim und andern Orten. Um diese Erscheinung zu erklären, braucht der Geolog nur bei niedrigem Wasserstande die kleinen Deltas zu untersuchen, welche von den sich in die schweizer Seen ergiessenden Flüssen gebildet worden sind, z. B. die neu entstandene Ebene, da wo sich die Kander in den Thuner See ergiesst. Er sieht dort Sand und Schlamm, zwischen denen eine unzählige Menge abgestorbener Landmuscheln verbreitet sind, welche die Gewässer in dem vorhergehenden Frühlinge, während des Schmelzen des Schnees, aus den Alpenthälern herbeigeführt haben. Untersuchen wir den Sand an den Ufern des Niederrheins, so finden wir unzählige Landmuscheln, vermengt

Digitized by Google

mit andern Species, die Seen, Sümpfen und Morästen angehören. Diese Individuen sind den Alluvialebenen von dem grossen Fluss und seinen Verzweigungen, einige von Gebirgen, andere von niedern Gegenden zugeführt.

Obgleich die Süsswasserbildungen oft eine bedeutende Mächtigkeit haben, so sind sie doch in der Ausdehnung gegen die Meeresniederschläge gewöhnlich beschränkt, so wie Seen und Buchten gegen das Meer unbedeutend sind.

Man kann eine Süsswasserformation zuvörderst durch das Nichtvorhandenseyn von Versteinerungen, die fast ohne Unterschied in Meeresbildungen vorkommen, unterscheiden. So finden sich in denselben z. B. keine Korallen, keine Seeigel und kaum andere Zoophyten; keine gekammerten Muscheln, wie die *Nautilus* und auch keine mikroskopische *Foraminifera*. Hauptsächlich werden wir aber bei Bestimmung des in Frage stehenden Punkts durch eine aufmerksame Beachtung der Form der Mollusken geleitet. Die Anzahl der einzelnen Muscheln ist in einer Süsswasserbildung oft eben so gross, wenn nicht noch grösser, als in Meeresschichten, allein sie gehören weit weniger Species und Geschlechtern an. Man kann dies aus der Thatsache folgern, dass die neuen Süsswasser- und Landmuscheln im Verhältniss zu den Meeresmuscheln nur auf wenige Geschlechter und Species vertheilt sind. Nehmen wir mit Blainville die Anzahl der Geschlechter wahrer Mollusken, mit Ausschluss der erloschenen und der Species ohne Schalen, zu etwa 200 an, so betragen davon die Erd- und Süsswassergeschlechter kaum mehr als ein Sechstel.

Digitized by Google

Fast alle zweischaligen oder die Muscheln der kopflosen Mollusken gehören dem Meer und nur ungefähr 10 von 90 Geschlechtern gehören den süssen Gewässern an. Von diesen letztern sind die vier gewöhnlichsten Formen, sowohl neu als fossil, *Cyclas, Cyrena, Unio* und *Anadonta* (siehe die Figg. 23 bis 27), von denen die beiden ersten und die beiden letzten so nahe verbunden sind, dass sie in einander übergehen.

Lamark theilt die zweischaligen Muscheln (Bivalven) in *Dimyia*, oder solche, die zwei gesonderte Muskeleindrücke in jeder Schale haben (wie a b an der *Cyclas*, Fig. 23) und in *Monomyia*, wie die Auster und die Kammmuschel, in denen nur ein solcher Eindruck vorhanden ist, wie man in Fig. 28 sieht. Da nun keine von diesen letztern oder von den Bivalven mit einem Muskeleindruck den süssen Gewässern angehören, so können wir voraussetzen, dass, wenn wir in einer Ablagerung dergleichen Muscheln finden, sie einer Meeresformation angehört.

Die den Süsswasserablagerungen am meisten charakteristischen einschaligen Muscheln (Univalven) sind *Planorbis, Limnea* und *Paludina* (siehe die Fig. 29 bis 31). Mit ihnen zusammen kommen zuweilen *Physa, Succinea, Ancylus, Valvata, Melanopsis, Melania* und *Neritina* vor (siehe Fig. 32 bis 39). Eine derselben, *Ancylus* (Fig. 33), ist zuweilen von der Meeresspecies *Siphonaria* darin verschieden, dass die Schale bei jener etwas dünner ist und dass die Thiere eine verschiedene Form haben.

Einige Naturforscher vereinigen *Neritina* (Fig. 40) und die Meeres-*Nerita* (Fig. 41) in einem Geschlecht, da es kaum möglich ist, beide

Digitized by Google

durch gute generische Kennzeichen von einander zu unterscheiden. Im Allgemeinen sind aber die Flussspecien kleiner, glatter und kugelförmiger, als die Meeresspecien und nie sind, wie bei den *Neritae*, die innern Ränder der äussern Mündung gezahnt oder gefranzt (siehe Figur 41).

Wenige Geschlechter, unter denen *Cerithium* (Fig. 42) am häufigsten ist, sind dem Fluss- und dem Meereswasser gemeinschaftlich, indem jedes seine besondern Specien hat. Andere Geschlechter, wie *Auricula* (Fig. 36) sind amphibisch und leben sowohl im süssen Wasser, als auch auf dem Lande.

Die Landmuscheln sind sämmtlich einschalig. Die häufigsten Geschlechter unter denselben, sowohl im lebenden als fossilen Zustande, sind *Helix* (Fig. 45), *Cyclostoma*, *Pupa* (Fig. 44), *Clausilia*, *Bulimus* (Fig. 43) und *Achatina*. Letztere beide stehen einander sehr nahe und gehen in einander über. Dasselbe lässt sich auch mit fast gleicher Bestimmtheit von *Pupa* und *Clausilia* sagen.

Ein anderes Geschlecht, das der *Ampullaria* (Fig. 46), bewohnt Flüsse und Sümpfe in heissen Gegenden. Manche fossile Specien sind zu diesem Geschlecht gerechnet worden, allein man hat sie hauptsächlich in Meeresformationen gefunden und einige Conchyologen rechnen sie daher zu *Natica* und anderen Meeresgeschlechtern.

Alle einschaligen Muscheln von Land- und Süsswasserspecien haben vollständige Mündungen und dieser Umstand kann oft als eine passende Regel zur Unterscheidung der Süsswasser- und Meeresschichten dienen. Wenn daher

Digitized by Google

einschalige Muscheln vorkommen, deren Mündungen nicht vollständig sind, so kann man folgern, dass es eine Meeresformation sey. Man sagt, die Mündung sey vollständig, wenn sie von der Beschaffenheit wie die in Fig. 40 abgebildeten *Ampullaria* und die Landmuscheln Fig. 43 bis 45, d. h. wenn der Lippenrand nicht mit einem Einschnitte versehen ist, wie der der *Ancillaria* (Fig. 48), oder nicht eine kanalförmige Verlängerung hat, wie man bei a an der *Pleuromota* (Fig. 47) sieht.

Die Mündungen eines grossen Theils von den einschaligen Meeresmuscheln haben entweder diese Einschnitte oder Kanäle und alle diese Specien leben ohne Ausnahme von Fleisch, wogegen fast alle Testaceen mit vollständigen Mündungen sich von Pflanzenstoffen nähren, die Specien mögen nun das Meer, süsse Gewässer oder das Land bewohnen.

Uebrigens gibt es ein Geschlecht, welches eine Ausnahme von den obigen Regeln macht, nämlich *Cerithium* (Fig. 42), welches, obgleich es mit einem kurzen Kanale versehen ist, einige Specien umfasst, die salziges, andere die brakiges und noch andere, die süsses Wasser bewohnen.

Unter den in Süsswasserbildungen gewöhnlichen Versteinerungen sind die Schalen der *Cypris*, eines kleinen Schalthiers, welche sehr viel Aehnlichkeit mit zweischaligen Muscheln haben (siehe Fig. 184 bis 186). Manche lebende Specien dieses Geschlechts finden sich in Seen und Sümpfen in Grossbritannien, allein ihre Muscheln dürfen für sich allein nicht als Beweise für die Entstehung einer Formation aus dem süssen Wasser angesehen werden, da ein anderes verwand-

Digitized by Google

tes Geschlecht derselben Ordnung, die *Cytherina* Lamark's (Fig. 19) Salzwasser bewohnt, und obwohl das Thier etwas verschieden, so ist die Muschel von der der *Cypris* doch nicht zu unterscheiden.

Die Samenkapseln von *Chara*, eines Geschlechts von Wasserpflanzen, finden sich sehr häufig in den Süsswasserschichten. Ehe man ihre wahre Natur kannte, wurden diese Samenkapseln Gyrogoniten genannt und man hielt sie für Muscheln (s. Fig. 49 a).

Die *Charae* wachsen auf dem Boden von Seen und Sümpfen und gedeihen in Wasser, welches kohlensauren Kalk enthält, am meisten. Die Samenkapseln haben eine sehr zähe Schale, die im Stand ist, der Zersetzung zu widerstehen, welchem Umstande wir ihr häufiges Vorkommen in einem fossilen Zustande zuschreiben müssen. Fig. 50 stellt einen Zweig von einer der vielen neuen Species vor, die in den Seen des nördlichen Italiens vorkommen. Die Samenkapsel dieser Pflanze ist kugelförmiger, als die der britischen *Charae* und gleicht daher mehr in der Form den in England, Frankreich und anderwärts gefundenen erloschenen fossilen Species. Stamm und auch Samenkapseln dieser Pflanzen finden sich sowohl im neuern Muschelmergel, als auch in ältern Süsswasserformationen. Jener besteht gewöhnlich aus einer grossen, von kleinern umgebenen Röhre und der ganze Stamm ist durch eine Gliederung der Länge nach getheilt (s. b, Fig. 49).

Es ist nichts Ungewöhnliches, Lagen von Pflanzenstoffen, Blätterabdrücke und Baumzweige und zuweilen auch Zähne und Knochen von Landvierfüssern jetzt unbekannter Species in

Digitized by Google

Schichten zu finden, die Süsswassermuscheln enthalten. Die Art und Weise, wie solche Reste zufällig durch Flüsse den Seen zugeführt werden, besonders während Fluthzeiten, findet man in dem grössern Werke vollständig angegeben.

Hin und wieder sind auch Fischreste bei der Bestimmung von Süsswasserentstehung von Schichten sehr zweckmässig. Gewisse Geschlechter, wie Karpfen, Barsch, Hecht und Schmerle (*Cyprinus, Perca, Esox* und *Cobitis*), so wie auch *Lebias*, sind dem süssen Wasser eigenthümlich. Andere Geschlechter enthalten einige Süsswasser- und einige Meeresspecien, wie *Cottus, Mugil* und *Anguilla* oder Aal. Die übrigen sind entweder Flüssen und dem Meere gemeinschaftlich, wie der Lachs, oder sind dem Salzwasser ausschliesslich charakteristisch. Die obigen, sich auf fossile Fische beziehenden Beobachtungen sind nur auf die neuern oder auf die tertiären Formationen anwendbar; denn in den ältern Gesteinen weichen die Formen so weit von denen der jetzt lebenden Fische ab, dass es nach dem jetzigen Stande der Wissenschaft sehr schwierig ist, durch die Fische irgend eine Bestimmung zu erlangen, ob die Gebirgsart in süssem oder in salzigem Wasser abgesetzt worden sey.

Der Wechsel von Meeres- und Süsswasserformationen, sowohl nach kleinem oder grossem Maasstabe, sind wohlbestätigte Thatsachen in der Geologie. Zeigt er sich nach ersterm, so mag er daher rühren, dass gewisse Räume abwechselnd vom Flusswasser und vom Meer eingenommen wurden; denn in der Fluthzeit drängt der Fluss den Ocean zurück, erhält einen be-

Digitized by Google

deutenden Raum am Ausfluss mit süssem Wasser und setzt zu gleicher Zeit die mechanisch aufgelösst enthaltenen Theilchen ab; nach dieser Zeit kehrt das Salzwasser wieder zurück und indem es seinen frühern Platz wieder einnimmt, bringt es Sand, Schlamm und Meermuscheln mit sich.

An der Mündung mancher Flüsse, wie des Nil und Missisippi, finden sich Lagunen, die nur durch Sandbarren von dem Meere getrennt sind und die abwechselnd mit salzigem und mit süssem Wasser angefüllt werden. Oft stehen sie Monate, Jahre, ja selbst Jahrhunderte lang ausschliesslich mit dem Fluss in Verbindung, und wenn alsdann ein Einbruch in den Sanddamm erfolgt, so bleiben sie lange Zeit hindurch mit Meereswasser angefüllt.

Das Lym-Fiord in Jütland gibt eine vortreffliche Erläuterung ähnlicher Wechsel, denn in den letzten tausend Jahren ist das westliche Ende dieser, einschliesslich der Windungen, 26 deutsche Meilen langen Meeresbucht vier mal mit süssem und vier mal mit salzigem Wasser ausgefüllt worden, indem zwischen derselben und dem Ocean eine Barre von Sand eben so oft gebildet und wieder zerstört wurde. Der letzte Einbruch des Meereswassers der Nordsee erfolgte 1824 und tödtete alle Süsswassermuscheln, Fische und Pflanzen und seit jener Zeit nehmen Seegras (*Fucus vesiculosus*) sammt Austern und andern Meermuscheln, die Stellen ein, wo sonst *Cyclas*, *Limnea*, *Paludina* und *Charae* lebten.

Allein Veränderungen gleich denen im Lym-Fiord und der vorher erwähnten, die in den Buchten grosser Flüsse statt finden, können nur

Digitized by Google

einige Fälle der auf Süsswasserformationen ruhenden Meeresschichten erklären. Wenn wir aber, wie im südöstlichen England, eine grosse Reihe von Süsswasserschichten finden, die auf einer sehr mächtigen Meeresformation ruhen und wiederum von einer andern, mehr als 1000 Fuss mächtigen überlagert werden, so müssen wir eine andere Erklärung suchen.

Viertes Kapitel.

Festwerden der Schichten und Versteinerungsprocess.

Nachdem wir nun in den vorhergehenden Kapiteln von den äussern Schichtungsverhältnissen, die sowohl von dem Niederschlag unorganischer Materien und von der Vertheilung der Versteinerungen abhängen, geredet haben, wollen wir uns nun zunächst zu dem Festwerden geschichteter Gesteine und zu dem Versteinerungsprocess der eingeschlossenen organischen Reste wenden.

Chemische und mechanische Niederschläge. — Die Geologen haben einen Unterschied zwischen Niederschlägen von chemischer und zwischen solchen von mechanischer Entstehung gemacht. Unter den letztern versteht man Lager von Schlamm, Sand oder Geschieben, welche durch die Einwirkung des fliessenden Wassers hervorgebracht und auch An-

Digitized by Google

häufungen von Steinen und Schlacken, die von einem Vulkan ausgeworfen worden sind und ihre jetzige Lage durch die Schwerkraft erreicht haben. Die Materien aber, welche einen chemischen Niederschlag bilden, hängen nicht mechanisch in dem Wasser, sondern sind in demselben aufgelöst und sie müssen daraus durch chemische Einwirkung getrennt werden. Auf diese Weise wird oft kohlensaurer Kalk in fester Gestalt auf dem Boden von Seen niedergeschlagen, wie man in einigen Theilen von Italien sehen kann, wo sehr viele Mineralquellen vorhanden sind und wo das, Travertin genannte kalkige Gestein abgesetzt wird. In diesen Quellen wird der Kalk gewöhnlich durch einen Ueberschuss von Kohlensäure, oder in warmen Quellen durch die Hitze aufgelöst erhalten und wenn das Wasser auf die Erdoberfläche gelangt, so kühlt es sich ab und verliert einen Theil von der Kohlensäure. Der Kalk fällt alsdann im festen Zustande nieder und überzieht Muscheln, Holzstücke und Blätter mit einer Rinde und vereinigt sie.

In Korallenriffen sind grosse Massen von Kalkstein durch die steinigen Skelette der Zoophyten gebildet und diese werden nebst Muscheln durch kohlensauren Kalk zusammen verbunden, von dem ein Theil dem Meerwasser durch die Zersetzung der abgestorbenen Korallen geliefert wird. Selbst solche Muscheln, deren Thiere noch jetzt auf diesen Riffen leben, findet man gewöhnlich mit einer harten Kalksteinrinde überzogen.

Wenn Sand und Geschiebe durch einen Fluss in das Meer geführt worden, so werden sie daselbst unmittelbar durch kohlensauren Kalk zu-

Digitized by Google

sammengekittet und der Niederschlag kann alsdann als vermischten, theils chemischen und theils mechanischen Ursprungs angesehen werden.

Die bereits im zweiten Kapitel über die anfängliche horizontale Lage der Schichten gemachten Bemerkungen sind genau genommen nur auf die mechanischen und nur zum Theil auf die von gemischter Beschaffenheit anwendbar. Die rein chemischen können an einem sehr steilen Abhange gebildet worden seyn, können selbst die senkrechten Wände einer Spalte überziehen und sind überall von gleicher Stärke; allein solche Niederschläge sind von geringer Ausdehnung und grösstentheils auf Gangmassen beschränkt.

Verbindung der Theilchen. — Die sofortige Erhärtung beim Niederschlage kann nur bei kalkigen Gesteinen statt finden. Bei vielen Absätzen folgt der verbindende Process lange nachher. Zuweilen finden wir, dass, wenn das Wasser kalkiger oder eisenhaltiger Quellen durch ein Sand- oder Gruslager fliesst, Eisen oder kohlensaurer Kalk in den Zwischenräumen der Körner oder Geschiebe niedergeschlagen wird und das Ganze an gewissen Stellen zu einem festen Gestein verbunden, während es an andern lose und unzusammenhängend geblieben ist.

Beweise von ähnlicher verbindender Kraft findet man an einem Gestein zu Kelloway in Wiltshire. Ein eigenthümliches Band von sandigen Schichten, die der Oolithformation angehören, kann durch mehrere Grafschaften Englands verfolgt werden. Der Sand ist grösstentheils lose und unzusammenhängend, wird aber in der Nähe von Kelloway fest. In diesem Distrikte finden sich sehr viele fossile Muscheln, die jedoch zersetzt sind und nur ihre Abdrücke

Digitized by Google

zurückgelassen haben. Die durch die Zersetzung erfolgte kalkige Materie hat offenbar zu irgend einer frühern Periode als Bindemittel für die kieseligen Sandkörner gedient und es ist auf diese Weise ein fester Sandstein entstanden. Nehmen wir Stücke von manchem andern thonigen Sandstein mit Muschelabdrücken und tauchen sie in verdünnte Salz- oder eine andere Säure, so werden sie sogleich in gewöhnlichen Sand und Schlamm verwandelt, indem das kalkige von den Muscheln herrührende Bindemittel von der Säure aufgelöst worden ist.

Die Spuren von Ein- und Abdrücken sind oft ausserordentlich gering. In manchem losen Sand von neuer Entstehung finden wir oft Muscheln in einem so fortgeschrittenen Zustande der Zersetzung, dass sie bei der Berührung zu Pulver zerfallen. Es ist klar, dass das solche Schichten durchdringende Wasser die kalkige Materie der Muscheln entfernen kann und bis dass die Umstände den abermaligen Niederschlag des kohlensauren Kalks veranlassen, werden die Sandkörner nicht mit einander verbunden, in welchem Falle nichts an die Versteinerung erinnert. Das Nichtvorhandenseyn organischer Reste in manchen neptunischen Gesteinen lässt sich daher erklären.

In manchen Konglomeraten sind Feuersteingeschiebe und Sand durch ein kieseliges Bindemittel so fest vereinigt, dass, wenn man einen Block zerschlägt, der Sprung eben so leicht durch die Geschiebe, als durch die Bindemittel geht.

Wahrscheinlich wurden manche Schichten dann fest, als sie über dem Wasser, in welchem ihr Niederschlag erfolgte, emporgehoben

Digitized by Google

wurden und einen Theil des trocknen Landes bildeten. Eine wohlgekannte Thatsache scheint diese Meinung zu bestätigen; bei weitem die meisten Bau- und Chausseesteine sind viel weicher, wenn sie zuerst aus dem Steinbruche kommen, als wenn sie erst lange der Luft ausgesetzt gewesen sind. Daher ist es zweckmässig, den Steinen die Form zu geben, während sie noch weich und feucht sind; eben so die zum Wegebau angewendeten Steine zu brechen, wenn sie noch weich sind und sie dann Monate lang in der Luft trocknen zu lassen, so dass sie erhärten. Solche Erhärtung lässt sich vielleicht unter der Annahme erklären, dass das die kleinsten Räume in den Gesteinen durchdringende Wasser bei der Verdunstung kohlensauren Kalk, Eisen, Kiesel und andere Mineralien, die es aufgelöst enthielt, niederschlug. Indem diese Theilchen krystallisirten, beraubten sie einander nicht allein der freien Bewegung, sondern verbanden auch andere Theile des Gesteins, die vorher nur lose an einander lagen. Auf dieselbe Weise werden Sand und Schlamm, wenn sie gefrieren, eben so hart als Stein, weil ein Bestandtheil der Masse, das Wasser krystallisirt ist und alle getrennten Theilchen, aus denen der lose Schlamm und Sand bestanden, fest unter einander verband.

Der verstorbene schottische Geolog Mac Culloch erwähnt eines Sandsteins auf der Insel Sky, der, wenn er von der Lagerstätte kommt, sich wie Teig formen und einen andern, aus China stammenden, der in Wasser getaucht sich mit der Hand zusammendrücken lässt. Aber nicht allein die Gemenge, die das Eindringen des Wassers leicht gestatten, sind weich, son-

Digitized by Google

dern auch einige einfache Mineralien, die in unsern Kabinetten als starre und glasharte Materien erscheinen, zeigen nach der Behauptung desselben Gelehrten auf der Lagerstätte Weichheit und Biegsamkeit, wie der Asbest, Sahlit, Tremolit und Kalcedon, ja selbst mit dem Beryll soll es der Fall seyn.

Der neuerlich auf dem Boden des Obersees in Nordamerika abgesetzte Mergel ist weich und enthält oft Süsswassermuscheln. Nimmt man aber ein Stück auf und trocknet es, so wird es so hart, dass es nur durch einen starken Hammerschlag zerbrochen werden kann. Würde der See abgetrocknet, so würden solche Niederschläge aus Mergelschichten bestehen, gleich denen, welche man in manchen ältern europäischen Formationen wahrnimmt und die gleich jenen Süsswassermuscheln enthalten.

Es ist wahrscheinlich, dass einige von den verschiedenartigsten Materialien, welche die Flüsse dem Meere zuführen, auf einmal unter Wasser gebracht seyn mögen, wie das Puzzolana genannte künstliche Gemenge, welches aus feinem vulkanischen Sande mit ungefähr 20 Procent Eisen und einer geringen Menge Kalk besteht. Die Substanz erhärtet unter dem Wasser, wird so fest als Stein und wurde schon bei den Römern zu Wasserbauten angewendet.

Die Erhärtung wird in diesen Fällen durch die chemische Einwirkung auf die vorher im Wasser mechanisch aufgelöst enthaltene zertheilte Materie bewirkt. Nach dem Absatz scheinen die gleichen Theilchen eine gegenseitige Anziehung auf einander auszuüben, sich an besondern Punkten zu vereinigen und Massen und Nieren zu bilden. So finden sich in manchen

Digitized by Google

Thonbildungen Kalksteinkugeln oder kugelförmige Zusammenziehungen, die in Lagen parallel mit der allgemeinen Schichtung vorkommen, eine Anordnung, die nach dem Absatz des Mergelschiefers oder Mergels in successiven Blättchen statt fand; denn diese Blättchen oder Schiefern lassen sich oft in die Konkretionen verfolgen und bleiben denen der umgebenden noch weichen Bildungen parallel, wie man in Fig. 51 sieht. Solche Kalksteinnieren haben oft eine Muschel, oder einen andern fremdartigen Körper in ihrer Mitte.

Unter den bemerkenswerthesten Beispielen der konkretionären Struktur gehört die, welche im nördlichen England so häufig in dem Magnesiakalkstein vorkommt. Die kugelförmigen Massen sind von verschiedener Grösse, von der einer Erbse, bis zu einem Durchmesser von mehrern Fussen und sie haben eine schalig-strahlige Struktur, während zu gleicher Zeit auch die Blättchen des ursprünglichen mechanischen Niederschlags ununterbrochen durch dieselben gehen. An einigen Klippen oder natürlichen Durchschnitten gleicht dieser Kalkstein einem grossen unregelmässigen Haufen von Kanonenkugeln. Einige von den kugelförmigen Massen haben ihren Mittelpunkt in der einen Schicht, während ein Theil ihres Aeussern durch die obere oder untere Schicht reicht. So geht die grössere Kugel in dem Durchschnitt Figur 52 durch die Schicht b in die obere Schicht a. In diesem Fall müssen wir den Niederschlag einer Reihe von dünnern Schichten annehmen, die zuerst die Schicht b bildeten und dann die darüber liegende a, worauf alsdann eine Bewegung der Theilchen statt fand und der kohlensaure Kalk und die kohlensaure Magnesia sich von den unreinern und vermengten

Digitized by Google

Materien trennten, welche die noch nicht erhärteten Theile der Schicht bildeten. Die in der Mitte beginnende Krystallisation musste weiter gehen und koncentrische Schalen bilden, ohne auf die geschichtete Struktur der Gebirgsart einzuwirken. Das Excentrisch-Strahlige ist eine Erscheinung, die bei kugelförmigen Aggregaten gewisser Mineralsubstanzen nicht zu den Seltenheiten gehört.

Wenn auf diese Weise die Theilchen der Gesteine durch chemische Kräfte wieder von Neuem geordnet worden sind, so ist es zuweilen schwierig oder unmöglich, zu bestimmen, ob gewisse Theilungslinien von dem ursprünglichen Absatz oder von einer spätern Aggregation ähnlicher Theilchen herrühren. Wir wollen z. B. drei Sandsteinschichten A, B, C, Fig. 53 annehmen, die ungleichartig mit Kalksubstanz angeschwängert sind und zwar die Schicht B am stärksten. Wenn nun B erhärtet, so dass die zusammenziehende Kraft auch nach oben in A wirkt, wo der kohlensaure Kalk häufiger, als in dem übrigen Theile vorhanden ist, so wird eine Masse d, e, f, welche einen Theil von der obern Schicht bildet, mit B zu einer festen steinigen Masse verbunden. Da nun die ursprüngliche Theilungslinie d, e verwischt wird, so muss man die Linie d, f allgemein als die Oberfläche des Lagers B betrachten, obgleich sie keine eigentliche Schichtungsebene ist.

Druck und Wärme. — Wenn Sand und Schlamm in einem tiefen Meere zu Boden sinken, so werden die Theilchen nicht durch das ungeheure Gewicht des aufliegenden Oceans gedrückt; denn das mit Sand und Schlamm vermischte Wasser widersteht dem Drucke mit einer Kraft, die gleich der darüberstehenden Flüs-

Digitized by Google

sigkeitssäule ist. Dasselbe findet bei den organischen Resten statt, die mit Wasser gefüllt untersinken, indem sie ausserdem sogleich zu Stücken zerquetscht und breit gedrückt werden würden. Dennoch werden die Materialien einiger Schichten, wenn sie weich bleiben und sich nicht setzen oder erhärten, durch das Gewicht der nach und nach darauf niedergeschlagenen Substanzen niedergedrückt, gerade so wie Thon und loser Sand nachgeben, wenn ein Gebäude darauf gesetzt wird. Durch solchen nach unten wirkenden Druck werden die Thon-, Sand- und Mergeltheilchen in einen kleinern Raum zusammengedrängt und haben alsdann einen festern Zusammenhang.

Aehnliche Wirkungen der Verdichtung mögen erfolgen, wenn die festen Theile der Erdrinde nach verschiedenen Richtungen von den mechanischen Bewegungen, deren wir später erwähnen wollen, gedrängt und durch welche die Schichten gebogen, gebrochen und über den Meeresspiegel emporgehoben worden sind. Dabei müssen oft Felsarten von weichern Materialien gegen andere vorher erhärtete gedrängt und auf diese Weise zusammengedrückt worden seyn, wodurch sie eine neue Textur erlangt haben.

Die Einwirkung der Hitze in verschiedenen Tiefen der Erde ist aber wahrscheinlich die bedeutendste von allen Ursachen, um sedimentäre Schichten zu erhärten. Jedoch kommen wir auf diesen Gegenstand zurück, wenn wir von den metamorphischen Gebirgsarten, so wie von der schiefrigen Textur reden.

Versteinerung organischer Reste. — Die Veränderungen, welche fossile organische Körper seit ihrem Einfluss in Gebirgsarten er-

Digitized by Google

litten haben, werfen ein grosses Licht auf die Erhärtung der Schichten. In manchen neuern Niederschlägen sind die fossilen Muscheln im Verlauf der Jahrhunderte kaum verändert, indem sie nur einen Theil ihrer thierischen Materie eingebüsst haben. In andern Fällen sind dagegen die Muscheln verschwunden und haben nur einen Eindruck von ihrer äussern oder einen Abdruck oder Abguss von ihrer innern Form, oder endlich einen Abguss von der Muschel selbst zurückgelassen, indem ihre ursprüngliche Materie selbst entfernt ist. Diese verschiedenen Formen des Versteinerungsprocesses können leicht erkannt werden, wenn man den aus Sümpfen oder Kanälen ausgeworfenen Schlamm, der Muscheln enthält, untersucht. Ist der Schlamm thonig, so erlangt er durch das Trocknen Festigkeit und wenn man alsdann ein Stück davon zerbricht, so findet man, dass die Muscheln Eindrücke von der äussern Form zurückgelassen haben. Entfernt man nun die Muschel selbst, so findet man in derselben einen festen Thonkern, der die Gestalt von dem Innern der Muschel hat, welche von der der äussern Muschel oft sehr verschieden ist. So würde ein Abdruck, wie a, Fig. 54, eine sogenannte versteinerte Schraube von keinem unerfahrnen Conchyologen als die innere Form einer fossilen einschaligen Muschel b, Fig. 54, angesehen werden. Auch wird man auf den ersten Blick kaum glauben, dass die Muschel a und der Abdruck b, Fig. 55, verschiedene Theile desselben Fossils sind. Der Leser wird in der letzterwähnten Figur bemerken, dass ein dunkel schattirter leerer Raum, den die Muschel selbst einst einnahm, zwischen dem umgebenden Stein und dem Abdruck

Digitized by Google

des glatten Innern der Windungen vorhanden ist. In solchen Fällen ist die Muschel aufgelöst und die Bestandtheile sind durch das das Gestein durchdringende Wasser weggeführt. Nimmt man den Kern heraus, so bleibt eine hohle Form zurück, an der die äussere Gestalt der Muschel mit ihren Röhrchen und Streifen, wie man in a, Fig. 55 sieht, erhaben erscheinen. Wenn nun der erwähnte Raum zwischen dem Kern und dem Eindruck, statt leer zu bleiben, mit Kalkspath, Eisenkies oder einer andern Mineralsubstanz ausgefüllt worden ist, so erhalten wir sowohl von der äussern, als innern Form der ursprünglichen Muschel einen genauen Abdruck. Auf diese Weise sind kieselige Abdrücke von Muscheln gebildet und wenn der Schlamm oder Sand des Kerns keinen Zusammenhang hat, oder in einer Säure auflöslich ist, so kann man in der Quarzmasse eine leere Muschel darstellen, welche genau das Gegenstück von dem Original ist. Man kann diesen Abdruck mit einer bronzenen Statue vergleichen, die nur die Oberflächengestalt und nicht die innere Organisation darstellt. Es gibt aber auch eine andere Art von Versteinerungen, die keineswegs selten ist, jedoch von weit wunderbarerer Beschaffenheit und die man mit gewissen anatomischen Wachsmodellen vergleichen kann, bei denen nicht nur die äussern Formen und Charaktere, sondern auch die Nerven, die Blutgefässe und andere innere Organe dargestellt worden sind. So finden wir Korallen, die ursprünglich kalkig waren und bei denen nicht allein die allgemeine Form, sondern auch die kleine und verwickelte innere Organisation in Feuersteinsubstanz verwandelt worden ist.

Digitized by Google

Ein solcher Versteinerungsprocess zeigt sich noch bemerkenswerther bei dem fossilen Holz, in welchem man nicht allein die sogenannten Jahresringe, sondern auch alle feinen Gefässe und Markstrahlen wahrnimmt. Manche von den feinen Poren und Pflanzenfasern und selbst diejenigen Spiralgefässe, welche in der lebenden Pflanze nur mit dem Mikroskop wahrgenommen werden können, sind ebenfalls erhalten. Unter manchen Beispielen will ich eines 72 Fuss langen fossilen Baums erwähnen, der zu Gosforth bei Newcastle im nördlichen England im Kohlensandstein vorgekommen ist. Schneidet man der Quere nach eine so dünne Scheibe ab, dass das Licht durchfallen kann und bringt das Stückchen unter ein ungefähr 55 Mal vergrösserndes Glas, so zeigt sich die in Fig. 56 dargestellte Textur. Eine ebenfalls feine und verwickelte Textur ist an dem Holze grosser fossiler Stämme beobachtet worden, die in dem Craigleith-Steinbruche bei Edinburg gefunden worden sind, deren Gesteinmasse durchaus nicht kieselig ist, sondern hauptsächlich aus kohlensaurem Kalk mit Eisenoxyd, Thonerde und Kohlenstoff besteht. An einigen Stücken ist die Holzfaser zum Theil erhalten, an andern aber gänzlich zerstört.

Macht man den Versuch, den Versteinerungsprocess in solchen Fällen zu erklären, so müssen wir zuvörderst berücksichtigen, dass die Schichten sehr allgemein von Wasser durchdrungen sind, welches geringe Mengen Kalk, Kiesel und andere Erden aufgelöst enthält. Auf welche Weise sie damit impregnirt werden, wollen wir weiter unten berücksichtigen. Wenn eine organische Substanz in der freien Luft der Einwirkung von Sonne und Regen ausgesetzt

Digitized by Google

wird, so fault sie sehr bald, oder sie wird in ihre Grundbestandtheile zerlegt, die hauptsächlich aus Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff bestehen. Diese werden leicht von der Atmosphäre absorbirt, oder durch Regen weggeführt, so dass alle Spuren des abgestorbenen Thiers oder der Pflanze verschwinden. Kommen aber dieselben Substanzen unter Wasser, so zersetzen sie sich mehr nach und nach und noch langsamer, wenn sie in der Erde begraben werden, wie es z. B. bei hölzernen Pfeilern und anderm von Erde umschlossenen Holzwerk der Fall ist. Wenn nun, sobald irgend ein Theilchen durch das Faulen in flüssigem oder gasförmigen Zustand entweicht, ein eben so kleines Theilchen kohlensaurer Kalk, Feuersteinsubstanz oder irgend ein anderes Mineral niedergeschlagen wird, so dürfen wir annehmen, dass diese unorganische Substanz den Platz einnimmt, den kurz vorher das organische Theilchen behauptete. Auf diese Weise mag der Abdruck von dem Innern gewisser Gefässe zuerst gebildet worden seyn und dann mochten sich die Umgebungen derselben zersetzen und eine gleiche Umwandlung erleiden. Wenn daher das Ganze versteinert ist, so bildet es keine gleichartige Masse von Stein oder Metall. Einige von den ursprünglichen Holz-, Knochen- oder andern organischen Elementen können an gewissen Theilen vermischt bleiben, oder das versteinernde Mineral mag an verschiedenen Punkten so krystallisiren, dass es das Licht verschiedenartig reflectirt und so mag sich die Textur des ursprünglichen Körpers deutlich zeigen.

Fragt man aber, ob man nach chemischen Grundsätzen erwarten dürfe, dass sich die Mi-

Digitized by Google

neralsubstanz genau an den Stellen niederschlage, an denen die organische Zersetzung im Fortschreiten begriffen ist, so gibt der folgende merkwürdige Versuch die Antwort darauf. Professor Göppert zu Breslau *) suchte kürzlich den natürlichen Versteinerungsprocess nachzuahmen. Zu dem Ende brachte er thierische und Pflanzenstoffe in Auflösungen von kieselerdigen, kalkigen und metallischen Stoffen und fand nach wenigen Wochen oder selbst nach wenigen Tagen die organischen Substanzen bis auf eine gewisse Ausdehnung versteinert. So steckte er feine Vertikalschnitte von *Pinus sylvestris* oder der Fichte in eine mässig koncentrirte Auflösung von schwefelsaurem Eisen und liess sie mehrere Tage darin liegen, trocknete sie alsdann und setzte sie der Rothglühhitze aus, so dass die vegetabilische Materie verbrannte und nur das Eisenoxyd zurückblieb, welche die Holzschnitte so wohl erhalten zeigte, dass die dieser Pflanzenfamilie eigenthümlich punktirten Gefässe noch sichtbar und unter dem Mikroskop wie Fig. 56 erschienen.

Ein anderes zufälliges Experiment erwähnt kürzlich der Engländer Pepys. Ein thönerner Krug mit mehrern Quart schwefelsaurem Eisen hatte ungefähr ein Jahr lang in einem Laboratorium ganz unbemerkt gestanden. Als man nach Verlauf dieser Zeit die Flüssigkeit untersuchte, fand man auf der Oberfläche eine ölige Substanz und ein gelbliches Pulver, welches sich als Schwefel auswiess, nebst einigen wenigen Haaren. Auf dem Boden entdeckte man die Kno-

*) Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. Bd. 38. S. 567 etc.

Digitized by Google

chen einiger Mäuse in einem aus mehrern kleinen Eisenkieskörnchen, Schwefel, krystallisirtem grünen Eisenvitriol und schwarzem schlammigen Eisenoxyd bestehenden Niederschlag. Offenbar waren zufällig einige Mäuse in die Flüssigkeit gefallen und durch die wechselsweise Einwirkung der thierischen Materie und des Eisenvitriols auf einander war das schwefelsaure Metall seines Sauerstoffs beraubt, weshalb der Kies und die andern Verbindungen niedergeschlagen worden waren. Obgleich die Mäuse nicht versteinert oder in Schwefelkies verwandelt worden waren, so zeigt die Erscheinung doch, wie schwefelsaures Eisen enthaltendes Mineralwasser desoxydirt werden kann, indem es mit faulenden Thierstoffen in Berührung kommt, so dass ein Atom Kies nach dem andern gefällt wird und bereit ist, unter günstigen Umständen den Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff, in welche der ursprüngliche Körper aufgelöst wurde, zu ersetzen.

Der verewigte Londoner Chemiker Turner bemerkt, dass, wenn eine Mineralsubstanz im Entstehen ist, d. h. gerade von dem vorhergehenden Zustande chemischer Verbindung befreit, sie am meisten geeignet ist, sich mit andern Materien zu vereinigen und eine neue chemische Verbindung zu bilden. Wahrscheinlich sind die gerade frei gemachten Theilchen oder Atome ausserordentlich klein, bewegen sich daher freier und sind geeigneter, jedem Impuls der chemischen Affinität zu folgen. Mag übrigens die Ursache seyn, welche sie wolle, so folgt doch, wie schon vorher bemerkt, deutlich, dass, wo sich organische, kürzlich von dem Absatz um-

Digitized by Google

schlossene Stoffe zersetzen, die chemischen Veränderungen am schnellsten erfolgen.

Kürzlich wurde eine Analyse mit dem Wasser angestellt, welches von dem Schlamm abfliesst, den der Hooghlyfluss nach der jährlichen Ueberschwemmung auf dem Gangesdelta absetzt. Es enthielt sehr viel Kohlensäure und diese Kalk aufgelöst. Wenn daher frisch abgesetzter Schlamm von aufgelöster Mineralsubstanz durchdrungen ist, so begreifen wir leicht, dass die sich zersetzenden, von dem Niederschlag umschlossenen organischen Körper leicht auf dieselbe Weise versteinert werden, wie die vom Prof. Göppert in mehrere Mischungen gesteckten Substanzen.

Bekanntlich ist das Wasser von Quellen, oder das, welches stets die Erdrinde durchsikkert, selten frei von einer geringen Beimischung von Eisen, kohlensaurem Kalk, Schwefel, Kiesel, Kali, oder irgend einem andern erdigen, alkalinischen oder metallischen Bestandtheile. Besonders enthalten warme Quellen eine bedeutende Menge von dem einen oder von mehrern dieser Stoffe und nur in diesen findet man Kiesel in grösserer Menge. Wir müssen daher annehmen, dass in gewissen Fällen, hauptsächlich in vulkanischen Gegenden, die Kieselsubstanz des versteinerten Holzes und der Korallen von dem Wasser der heissen Quellen herrühren. In andern Fällen, wie beim Tripel und bei den Kreidefeuersteinen muss sie grösstentheils, wo nicht gänzlich, von der Zersetzung der Infusorien, Schwämme und anderer Körper herrühren. Allein selbst wenn dies erwiesen ist, so haben wir noch zu untersuchen, woher der See oder das Meer fortwährend wieder mit der Kieselma-

Digitized by Google

terie angefüllt werden, die durch die Sekretionen dieser Zoophyten in so grosser Menge ihnen entzogen wird.

Was den kohlensauren Kalk betrifft, so finden dabei keine Schwierigkeiten statt, weil nicht allein die Kalkquellen sehr häufig sind, sondern selbst Regenwasser die Kraft hat, eine geringe Menge von dem Kalkgestein aufzulösen, über welche es fliesst. Daher können Meereskorallen und Mollusken von den Flüssen mit dem Material versehen werden, aus denen sie ihre Schalen und festen Gehäuse anfertigen. Reiner Kiesel aber, selbst wenn er ganz fein pulverisirt ist und gekocht wird, ist im Wasser unauflöslich. Jedoch hat Dr. Turner sehr schön erläutert, wie die Zersetzung des Feldspaths eine Quelle für den aufgelösten Kiesel seyn kann, da die Feldspathfelsarten so häufig sowohl in den vulkanischen, als auch in den plutonischen und metamorphischen Formationen sind und innerhalb des Laufs von fast jedem grössern Flusse vorkommen.

Die Kieselerde, welche mehr als die Hälfte von der Masse des Feldspaths bildet, ist genau mit der Thonerde, dem Kali und einigen andern Grundstoffen verbunden. Der Alkaligehalt des Feldspaths hat eine chemische Verwandtschaft zu dem Wasser, so wie auch zu der Kohlensäure, welche das meiste Quellwasser enthält. Das Wasser führt daher das Kali weg und hinterlässt einen aus Thon- und Kieselerde bestehenden Thon. Jedoch enthält dieser Rückstand des zersetzten Minerals, welcher im reinsten Zustande Porzellanerde genannt wird, nur einen geringen Theil von dem dem Feldspath eingemischten Kiesel. Der andere Theil muss daher

Digitized by Google

aufgelöst und fortgeführt worden seyn, welches sich auf zweifache Weise erklären lässt; zuvörderst weil der mit einem Alkali verbundene und zweitens der entstehende Kiesel im Wasser auflöslich ist. Auf diese Weise erhält das Meer fortwährend sehr viel Kiesel zugeführt.

Eben so ist die Zerstörung des Glimmers, der auch ein Hauptgemengtheil des Granits ist und der sich ebenfalls in verschiedenen Sandsteinen findet, eine Quelle für den Kieselgehalt der Gewässer; denn fast die Hälfte dieses Minerals besteht aus Kiesel in Verbindung mit Thonerde, Kali und ungefähr $\frac{1}{10}$ Eisen. Die Oxydation dieses Eisens in der Luft ist die hauptsächlichste Ursache der Zersetzung des Glimmers.

Jedoch sind wir durchaus noch nicht so weit, um die Verwandlung fossiler Körper in Stein vollkommen einzusehen. Einige Erscheinungen veranlassen uns zu der Annahme, dass der Versteinerungsprocess sehr rasch vor sich gegangen ist; denn sehr weiche, saftige und leicht zersetzbare Pflanzenstengel sind in Feuersteinsubstanz erhalten, auch hat man Beispiele von der gänzlichen Verkieselung junger, eben hervorgebrochener Palmblätter. Wir können aber fragen, ob in solchen Fällen das Wasser nicht eine der Fäulniss widerstehende Eigenschaft gehabt habe, um die Zersetzung aufzuhalten, so dass die weichen Theile der begrabenen Substanz lange Zeit hindurch unzerstört blieben, wie es mit dem Fleisch der in Torf begrabenen Körper der Fall ist.

Man kann Beispiele von Versteinerungen anführen, an denen die am leichtesten zerstörbaren und andere, an denen die festesten Holz-

Digitized by Google

theile erhalten sind. Diese Verschiedenheiten hängen ohne Zweifel von der Zeit ab, zu welcher die versteinernde Mineralsubstanz in den organischen Körper eingeführt wurde. So ist bei manchen in Kiesel verwandelten Palmbäumen das Zellgewebe, der am leichtesten zerstörbare Theil, in gutem Zustande, wogegen jede Spur von den Holzfasern verschwunden ist und die einst von derselben eingenommenen Räume entweder hohl oder mit Agat ausgefüllt sind. In diesem Fall muss die Fäulniss, bald nachdem das Holz der Einwirkung der Feuchtigkeit ausgesetzt worden war, begonnen und es muss an Mineralsubstanz gemangelt haben, oder das Wasser muss zu sehr verdünnt gewesen seyn, ehe die Holzfasern zerfielen. Sind dagegen die letztern allein erkennbar, so müssen wir annehmen, dass vor dem Versteinerungsprocess einige Zeit verging, während welcher das Zellgewebe zerstört wurde. Sind beide, sowohl die Zellen, als auch die Fasern erhalten, so muss der Process zu einer spätern Periode begonnen und ohne Unterbrechung seinen Fortgang gehabt haben, bis dass er gänzlich vollendet war.

Digitized by Google

Fünftes Kapitel.

Emporhebung der Schichten über das Meer. — Horizontale und geneigte Schichtung.

Das Land ist gehoben, der Meeresspiegel aber nicht gesunken. — Es ist schon bemerkt worden, dass die neptunischen, Meeresversteinerungen umschliessenden Gebirgsarten sich über weite Landstriche ausdehnen und sich in Gebirgsketten zu bedeutenden Höhen über den Meeresspiegel erheben. Daher folgt, dass das, was jetzt trocknes Land ist, einst unter dem Wasser lag. Geben wir aber diese Folgerung zu, so müssen wir entweder annehmen, dass eine allgemeine Abnahme des Meereswassers statt gefunden habe, oder dass die festen, einst vom Wasser bedeckten Gesteine über das Meer emporgehoben und trocknes Land geworden sind. Die ältern Geologen, welche bei dieser Alternative stehen bleiben mussten, bekannten sich zu der erstern Meinung und nahmen an, dass der Ocean ursprünglich die ganze Erde bedeckte und dann nach und nach bis zu seinem jetzigen Niveau sank, so dass die Inseln und das Festland trocken blieben. Das Sinken des Wassers erschien ihnen leichter begreiflich, als das Emporsteigen des Landes in seine jetzige Lage. Uebrigens war es unmöglich, irgend eine genügende Hypothese zur Erklärung von dem Verschwinden einer so ungeheuren Wassermasse über den ganzen Erdkörper zu erfinden, da es nöthig war, anzunehmen, dass der Ocean einst

Digitized by Google

jede Höhe, wo sich Muscheln finden, einnahm. Als die Geologie aber fortschritt, wurde es klar, dass gewisse Punkte der Erdoberfläche abwechselnd Meer, dann Land, dann Bucht, dann wieder Meer und zuletzt bewohnbares Land gewesen und dass sie in jedem von diesen Zuständen einen langen Zeitraum geblieben seyen. Um solche Erscheinungen ohne irgend eine Bewegung des Landes selbst zu erklären, müssen wir mehrere Rückzüge und Wiedereinbrüche des Oceans annehmen und selbst dann lässt sich unsere Theorie mehr auf Fälle anwenden, in denen die das trockne Land bildenden Meeresschichten horizontal liegen, als auf die gewöhnlichern Beispiele, bei denen die Schichten geneigt, gekrümmt oder aufrecht stehend vorkommen, welche aber offenbar nicht die Lage ist, in der sie zuerst abgesetzt wurden.

Endlich wurden die Geologen zu der entgegengesetzten Annahme, nämlich zu der Lehre, dass das feste Land abwechselnd gehoben und gesenkt wurde, so dass es seine relative Lage zum Meere fortdauernd verändern konnte, genöthigt. Es gibt mehrere Gründe, dieser Annahme den Vorzug zu geben. Zuvörderst werden dadurch die verschiedenen Stellungen der emporgehobenen Meeresbildungen, sowohl die horizontale, als auch die gestörte, gebrochene, geneigte und senkrechte gleich gut erklärt. Zweitens stimmt es mit der menschlichen Erfahrung überein, dass das Land an gewissen Punkten nach und nach emporsteigt und an andern Orten sinkt. Solche Veränderungen haben sich wirklich zu unserer Zeit ereignet und sind noch fortwährend im Fortschreiten begriffen; sie sind in einigen Fällen von heftigen Erschütte-

Digitized by Google

rungen begleitet, wogegen sie in andern unmerklich erfolgen, oder nur durch die sorgfältigsten wissenschaftlichen Beobachtungen bestimmt zu werden vermögen. Auf der andern Seite haben wir aber keine Erfahrung von einem Sinken des Meeresspiegels in irgend einer Gegend und die Gewässer des Oceans können durchaus nicht an einem Punkte sinken, ohne nicht auf der ganzen Erdoberfläche niedriger zu werden.

Diese vorläufigen Bemerkungen werden den Leser vorbereiten, das grosse theoretische Interesse zu erkennen, welches die mit der entweder horizontalen, oder geneigten, der gekrümmten oder senkrechten Stellung der Schichten verbundenen Thatsachen erregen.

Nun ist die erste und einfachste Erscheinung die, wo im Meere gebildete Schichten über dem Meeresspiegel in horizontaler Lage vorkommen. Dahin gehören die Schichten im südlichen Sicilien, die Muscheln von denselben Species umschliessen, als die jetzt im mittelländischen Meere lebenden sind. Mehrere von diesen Gebirgsarten erheben sich mehr als 2000 Fuss über das Meer. Dagegen finden wir andere Gebirgsmassen mit horizontalen Schichten von sehr hohem Alter und mit Muscheln, die eine ganz andere Form, als die jetzt existirenden haben, wie z. B. im südlichen Schweden, in der Nähe des Wenersees, wo Lager der sogenannten Uebergangs- oder silurischen Formation in einer so wagerechten Lage vorkommen, als wenn sie kürzlich als Theil von dem Delta eines grossen Flusses gebildet und nach dem Rückzuge der jährlichen Fluth trocken zurückgeblieben wären. Neptunische Bildungen von fast demselben Alter

Digitized by Google

breiten sich über den Seedistrikt Nordamerikas aus und zeigen gleichfalls eine fast ungestörte Schichtung. Das Tafelgebirge am Vorgebirge der guten Hoffnung gibt ein anderes Beispiel von sehr hoch emporgehobenen, vollkommen horizontalen und nicht weniger als 3500 Fuss mächtigen Grauwackenschichten.

Statt uns zu denken, dass solche versteinerungsführenden Gesteine stets in ihrem jetzigen Niveau befindlich seyen und dass das Meer einst hoch genug war, sie zu bedecken, nehmen wir an, dass sie das alte Meeresbett gebildet haben und nach und nach zu ihrer jetzigen Höhe emporgehoben seyen. So überraschend diese Idee anfänglich auch seyn mag, so erscheint sie doch, wie wir oben bemerkten, ganz in Uebereinstimmung mit den jetzt in gewissen Gegenden der Erdoberfläche vor sich gehenden Veränderungen. So hat man z. B. in einigen Theilen von Schweden, an den Küsten und auf den Inseln des bothnischen Meerbusens Beweise erlangt, dass das Land noch jetzt und schon seit Jahrhunderten langsam emporgehoben wird. Playfair erklärte sich bereits 1802 zu Gunsten dieser Meinung und nachdem 1807 Leop. von Buch Schweden besucht hatte, sprach er seine Ueberzeugung dahin aus, dass eine Hebung des Landes im Fortschreiten begriffen sey. Celsius und andere schwedische Autoren hatten schon hundert Jahre früher erklärt, dass seit Jahrhunderten eine stufenweise Veränderung in dem relativen Niveau von Land und Meer statt gefunden habe. Sie schrieben diese Veränderung dem Sinken des Wassers sowohl im Ocean, als auch in der Ostsee zu, welche Theorie jedoch durch hinreichende Beobachtungen wider-

Digitized by Google

legt ist; denn die Niveauveränderung ist weder allgemein, noch überall gleichförmig in der Grösse gewesen, sondern sie hat in einigen Gegenden mehrere Fuss in einem Jahrhundert, im andern nur wenige Zoll betragen, während in dem südlichsten Theile von Schweden oder in der Provinz Schonen Land verloren gegangen, statt gewonnen worden ist, da Gebäude nach und nach unter den Meeresspiegel gesunken sind.

Aus den Beobachtungen des Engländers Darwin *) und Anderer scheint hervorzugehen, dass in Süd-Amerika sehr ausgedehnte Landstriche eine langsame und stufenweise Emporhebung erlitten haben, wodurch die horizontalen Ebenen Patagoniens und die Pampas von Buenos-Ayres gebildet worden sind. Auf der andern Seite ist das stufenweise Sinken eines Theils von der westlichen Küste Grönlands auf einer Strecke von mehr als 130 deutschen Meilen von Norden nach Süden während der letzten vier Jahrhunderte durch die Beobachtungen des dänischen Naturforschers Dr. Pingel nachgewiesen worden. Und während diese Beweise von fortwährender Hebung und Senkung mittelst langsamer und unmerklicher Bewegungen neuerlich festgestellt worden sind, überzeugt man sich auch täglich von fortwährenden Niveauveränderungen, welche durch heftige Erschütterungen in den Gegenden, wo Erdbeben häufig sind, hervorgebracht werden. Hier werden die

*) Siehe dessen Journal einer Reise in Süd-Amerika, in den Jahren 1832 bis 1836, welches einen Theil der Untersuchungen der Kapitäne King und Fitzroy über jenen Welttheil bildet. Der Verfasser konnte dieses wichtige Werk in den Aushängebogen benutzen.

Digitized by Google

Gebirgsarten von Zeit zu Zeit aufgerissen und auf einmal mehrere Fuss hoch emporgehoben oder gesenkt und auf solch' eine Weise gestört, dass die ursprüngliche Lage der Schichten im Verlauf der Jahrhunderte zu jeder Grösse verändert werden konnte.

Hr. Darwin hat auch nachgewiesen, dass in den Meeren, in denen ringförmige Korallen-inseln häufig sind, ein langsames und fortgesetztes Sinken der submarinen Gebirge, auf denen die Korallenmassen aufgebaut sind, statt findet; während in andern Gegenden der Südsee, wo sich Korallen über dem Meere finden, oder auf dem Lande und wo keine ringförmigen Riffe vorhanden sind, das Land gehoben wird.

Es würde allein ein Band dazu gehören, um dem Leser die verschiedenen Thatsachen und Erscheinungen deutlich zu machen, welche die Wirklichkeit dieser Bewegungen des Landes, seyen es Hebungen oder Senkungen, seyen sie von Erdbeben begleitet, oder erfolgen sie langsam und ohne lokale Störung, veranlasst haben. Wir haben diesen Gegenstand in den Grundsätzen der Geologie weitläuftig abgehandelt und bemerken hier nur, dass solche Veränderungen ein Theil von dem jetzigen Verlauf der Natur sind. Sie sind ein Schlüssel zur Erklärung sehr viel verschiedener geologischer Erscheinungen, wie der Emporhebung horizontaler oder gestörter Meeresschichten, der Ueberlagerung derselben durch Süsswasserschichten und mancher anderer, die weiter unten beschrieben worden. Wir werden in der zweiten Abtheilung des Werks sehen, wie die Doktrin von dem fortgesetzten Sinken des Landes auch viel Licht auf die Art und Weise vorbereitet, wie eine Reihe von in

Digitized by Google

seichtem Wasser gebildeten Schichten zu einer bedeutenden Mächtigkeit gelangt sind. Auch die Aushöhlung der Thäler und andere Wirkungen der Entblössung *(Denutation)*, von denen wir jetzt handeln werden, müssen uns, wenn wir die Beweise von dem fortgesetzten Emporsteigen und Sinken des Landes auf weiten Strekken gehörig berücksichtigen, deutlich werden.

Geneigte Schichtung. — Die unzweideutigste Ueberzeugung von einem Wechsel in der ursprünglichen Lage der Schichten erlangt man durch ihre senkrechte Stellung, welches in Gebirgsgegenden durchaus keine seltene Erscheinung ist. So finden wir am südlichen Abhange der Grampians in Schottland Konglomeratlager, die mit dünnen Schichten von feinem Sand wechsellagern und diese ganze Masse hat eine senkrechte Richtung zum Horizont. Als Saussure zuerst gewisse Konglomerate in einer ähnlichen Stellung in den schweizer Alpen beobachtete, bemerkte er, dass die grösstentheils ovalen Geschiebe mit ihrer längern Axe parallel den Schichtungsebenen liegen, wie Figur 57 zeigt. Hieraus folgerte er, dass solche Schichten anfänglich eine horizontale Lage gehabt hätten und dass sich jedes Geschiebe mit der längern Seite dem Horizont parallel auf dem Boden des Wassers abgesetzt habe, aus demselben Grunde wie ein Ei, wenn es nicht unterstützt ist, nicht auf den Enden steht. Wirklich machen nur wenige von den abgerundeten Steinen in einem Konglomerat eine Ausnahme von der obigen Regel, wie wir denn auf einer Geschiebebank hin und wieder ein ovales oder abgeplattetes Geschiebe auf einem seiner schmälern Enden oder Kanten stehen sehen; denn wenn

Digitized by Google

die Geschiebe mit Gewalt auf dem Boden fortgerissen werden und einige an einander stossen, so können sie leicht in eine solche Lage kommen.

Wenn man senkrechte Schichten auf einer gewissen Erstreckung nach ober- oder nach unterwärts verfolgen kann, so bilden sie fast ohne Ausnahme Theile von grossen Krümmungen, deren Durchmesser von mehreren Fussen bis zu einer Meile Länge beträgt. Wir wollen nun zuvörderst mit Hilfe von Fig. 58 zwei solche Krümmungen von grosser Regelmässigkeit beschreiben, die sich in der schottischen Provinz Forfarshire über eine 4 Meilen breite Gegend von dem Fusse der Grampians bis zu dem Meere bei Arbroath ausdehnen.

Die hier dargestellte Schichtenmasse mag fast 2000 Fuss Mächtigkeit haben und aus rothem und weissen Sandstein und verschiedenfarbigem Schieferthon bestehen. Man unterscheidet vier Hauptgruppen, nämlich Nro. 1 rothen Mergel oder Schieferthon; Nro. 2 rothen Sandstein, der als Baustein benutzt wird; Nro. 3 Konglomerat und Nro. 4 grauen Pflasterstein und Dachplatten mit grünem und röthlichen Schieferthon, der eigenthümliche organische Reste enthält. Ein Blick auf den Durchschnitt Fig. 58 wird zeigen, dass jede von den Formationen 2, 3, 4 dreimal an der Oberfläche wiederholt ist, zweimal mit einer südlichen und einmal mit einer nördlichen Neigung oder Fallen, wogegen die Lager Nro. 1, die fast horizontal sind, nur zweimal durch eine leichte Krümmung zu beiden Seiten bei A an die Oberfläche kommen. Fängt man mit dem nordwestlichen Ende an, so sind die Ziegelsteine und Konglomerate Nro. 4 und

Digitized by Google

Nro. 3 senkrecht und bilden im Allgemeinen einen mit dem südlichen Abfall der Grampians parallelen Rücken. Die obern Schichten Nro. 2 und 1 erhalten nach dem Strathmore Thale zu ein immer geringeres Fallen, in dem letztern haben die Schichten eine concave Biegung und bilden eine sogenannte Mulde oder ein Becken. Durch den Mittelpunkt dieses Thales denken wir uns eine Linie A gezogen, die synklinische Linie genannt, in der die nach entgegengesetzten Richtungen fallenden Lager zusammentreffen müssten. Für den Beobachter ist es von Wichtigkeit, dass er sich solche Linien merkt, denn er wird auf der Fig. 58 sehen, dass, wenn man sich von Norden nach dem Mittelpunkte des Beckens wendet, er stets von den ältern zu den neuern Lagern übergeht; wogegen er, nachdem er die Linie A durchschnitten hat und seinen Weg in derselben Richtung südwärts verfolgt, er von den neuern zu den ältern Schichten übergeht. Alle Lager, die er vorher untersucht hat, kehren alsdann in umgekehrter Ordnung wieder, bis dass der Beobachter zu der Centralaxe des Sidlowhügels gelangt, woselbst die Schichten einen Bogen oder Sattel bilden, die eine antiklinische (oder Sattel-) Linie B im Mittelpunkt haben. Geht man über diese Linie weg und wendet sich nach SO., so wiederholen sich die Formationen 4, 3 und 2 wiederum in derselben Ordnung der Ueberlagerung, allein mit einem nördlichen Fallen. Zu Whiteness (siehe Fig. 58) findet man die geneigten Schichten mit einer neuern Ablagerung a in horizontalen Schichten. Diese bestehen aus rothem Konglomerat und Sand, sind neuer, als irgend eine von den Gruppen 1, 2, 3, 4 und lie-

Digitized by Google

gen ungleichförmig auf den Schichten der Sandsteingruppe Nro. 2.

Sir James Hall *) hat ein Beispiel von gekrümmten Schichten mit weit schärfern und zahlreichern Biegungen innerhalb des gleichen Raums sehr deutlich beschrieben und in Fig. 59 abgebildet. Es kommt bei St. Abb's Head an der östlichen Küste Schottlands vor, wo die Felsen hauptsächlich aus einem bläulichen Schiefer, häufig mit geriffelter Oberfläche bestehen. Die Biegungen der Lager reichen von dem Gipfel bis zu dem Fuss der 200 bis 300 Fuss hohen Klippen und auf eine Länge von etwa 6 englischen ($1\frac{1}{4}$ deutschen) Meilen kann man 16 verschiedene, deutlich wellenförmige Verbiegungen des Thonschiefers unterscheiden, die abwechselnd von unten nach oben und von oben nach unten gehen.

Hall versuchte es, durch ein Experiment die Art und Weise, wie ursprünglich horizontale Schichten eine solche gekrümmte Form erlangt haben, zu erläutern. Eine Reihe von Thonlagen wurden unter ein Gewicht gebracht und ihre entgegengesetzten Enden wurden mit solch' einer Kraft gegen einander gedrückt, dass sie sich einander nähern mussten. Die dadurch entstandenen Verbiegungen der Thonlagen (siehe Fig. 60), so wie die Verdrückungen mancher derselben gaben ein überraschendes Bild ähnlicher Verhältnisse in der Natur, so wie sie die Klippen in Fig. 59 darstellen. Wir müssen aber berücksichtigen, dass wir bei diesen die Biegungen nur unvollständig wahrnehmen können, indem ein Theil derselben unsichtbar ist, da er

*) Poggendorff's Annalen, Bd. 37, S. 273 etc.

Digitized by Google

unter dem Meeresspiegel liegt und da man annehmen muss, dass der obere Theil durch Entblössung, oder durch die in dem nächsten Kapitel zu beschreibende Wirkung des Wassers entfernt worden ist. Die dunkeln Linien auf Fig. 60 zeigen denjenigen Theil von den Schichten, welchen man jetzt an den erwähnten Klippen sehen kann, die schwächern Linien dagegen den, welcher entweder unter dem Meeresspiegel verborgen ist, so wie auch den, welcher der Annahme nach über der jetzigen Oberfläche existirt hat.

Die Wirkungen, welche Seitendruck auf biegsame Schichten hervorzubringen vermag, lassen sich noch leichter dadurch erkennen, wenn man mehrere Stücken verschieden gefärbtes Tuch horizontal auf einem Tische Fig. 61 ausbreitet und sie mit einem Buche bedeckt. Alsdann werden zwei andere Bücher gegen die Enden gelegt und zusammengedrückt. Das Zusammenhalten des Zeuges ahmt die Biegungen der Schichten nach.

Die Frage, ob die analogen Biegungen in Schichten wirklich von ähnlichen Seitenbewegungen oder von andern Kraftäusserungen herrühren, würde uns zu Spekulationen und Folgerungen veranlassen, die weit über den Zweck dieses Elementarwerks gingen. Bei der Beschreibung der vulkanischen und granitischen Felsarten werden wir sehen, dass einige von denselben im geschmolzenen Zustande mit Gewalt in Spalten, während andere bereits im festen Zustande von unten nach oben durch die aufliegende Erdrinde getrieben worden sind, wodurch die biegsamen Schichten sehr bedeutend aus ihrer Lage gebracht werden mussten. Auch scheint

Digitized by Google

es, dass im Innern der Erde, entweder durch die Fortschaffung von Materien mittelst vulkanischer Einwirkung, oder durch die Zusammenziehung thoniger Gesteine, oder durch andere Ursachen zuweilen Höhlungen gebildet wurden. Auf diese Weise mussten biegsame Lager, aus Mangel an Unterstützung, in Schlünde von geringer horizontaler Ausdehnung sinken und wurden alsdann von den Seiten her gebogen und zusammengedrückt. Solche Senkungen nach kleinem Maasstabe hat man unmittelbar über den Abbauen in Steinkohlengruben wahrgenommen, aus welchen sehr viel Steinkohlen weggenommen sind und deren Decke daher eingestürzt ist.

Zwischen den die Steinkohlen begleitenden Schieferthonschichten sieht man zuweilen die Blätter der fossilen Farrenkräuter eben so regelmässig, wie die getrockneten Pflanzen zwischen den Papierbogen der Herbarien ausgebreitet. Diese Farrenblätter und Zweige müssen, als sie zuerst abgesetzt wurden, horizontal auf weichem Schlamme gelegen haben. Wenn daher dieselben und die Schieferthonschichten jetzt eine geneigte Lage haben oder auf dem Ende stehen, so ist dies offenbar in Folge einer spätern Verrückung. Der Beweis wird wo möglich noch schlagender, wenn diese Schichten mit den von ihnen umschlossenen Pflanzenresten wiederholt gebogen und selbst Z-förmig eingeknickt sind, so dass ein und dasselbe Kohlenflötz mit einem und demselben senkrechten Schacht wiederholt durchschnitten werden konnte. So sind in dem Steinkohlengebirge bei Mons in Belgien die zickzackförmigen Biegungen auf die in dem Durchschnitt Fig. 62 dargestellte Weise vier- oder fünfmal wiederholt, indem auf der Fi-

Digitized by Google

gur die schwarzen Linien die Kohlenflötze bezeichnen.

Fallen und Streichen. — In den obigen Bemerkungen sind verschiedene technische Ausdrücke, wie **Fallen**, **ungleichförmige Lagerung** der Schichten, **antiklinische** und **synklinische Linien** gebraucht, welche wir nun so gut wie **Streichen** der Lager erklären müssen. Wenn eine Schicht oder ein Gesteinlager, statt dass es gänzlich wagerecht liegt, nach einer Seite zu geneigt ist, so sagt man, es **falle** dahin ab, oder es habe dahin ein **Fallen**. Der Punkt des Kompasses, wohin es fällt, wird der **Punkt des Fallens** genannt und der Grad der Abweichung von einer wagerechten oder horizontalen Linie heisst der **Fallwinkel**. So sieht man in Fig. 63 eine Reihe geneigter Schichten, die unter einem Winkel von 45° nach Norden fallen. Das **Streichen** ist die Verlängerung oder Ausdehnung der Schichten nach einer rechtwinklich auf dem Fallen stehenden Richtung. Da nun in dem vorliegenden Beispiele die Schichten nach Norden abfallen, so müssen sie nothwendig von Ost nach West streichen. Fallen und Streichen können sehr gut durch eine Häuserreihe erläutert werden, die von Ost nach West läuft. Der Dachforst stellt dann das Streichen einer Schieferschicht dar, die auf der einen Seite nach Norden und auf der andern nach Süden abfällt oder einfällt.

Eine nach allen Richtungen gänzlich horizontale Schicht hat weder Fallen noch Streichen.

Es ist stets von Wichtigkeit für den Geologen, der die geologische Beschaffenheit einer Gegend kennen lernen will, das Fallen der Lager an allen Punkten des Distrikts kennen zu

Digitized by Google

lernen. Jedoch erfordert es einige Erfahrung, um Täuschungen sowohl über die Weltgegend, als auch über den Grad des Fallens zu vermeiden.

Wenn die obere Oberfläche einer harten Gesteinschicht entweder künstlich in einem Steinbruch, oder durch die Wellen an dem Fuss eines Gestades entblösst worden, so ist die Bestimmung der Weltgegend des Einfallens der Schichten oder der Richtung, nach welcher darauf gegossenes Wasser abfliesst, leicht. Vollkommen horizontale Linien an der Aussenseite eines senkrechten Felsengestades oder einer Klippe können die Kanten oder Köpfe stark einfallender Schichten seyn, wenn der Beobachter sie in der Linie ihres Streichens sieht, indem sie nach Innen der Gebirgsmasse zu abfallen. Gelangen wir aber zu einem Bruch in der Klippe, welche einen gerade senkrecht auf der Streichungslinie stehenden Durchschnitt zeigt, so sind wir im Stande, das wahre Fallen zu bestimmen. In Fig. 64 ist ein Vorland dargestellt, dessen eine Seite nach Norden zu liegt, wo die Schichten einer in dem Boot vorhandenen Person gänzlich horizontal erscheinen, während auf der andern nach Westen zu liegenden Seite das wahre Fallen von einer auf dem Lande stehenden Person mit einem Winkel von 40° bestimmt wird. Wenn daher unsere Beobachtungen auf eine senkrechte Wand beschränkt sind, die nur nach einer Richtung läuft, so müssen wir einen Rand oder einen Theil von der Ebene eines der Lager, der vor den andern vorspringt, aufzufinden suchen, um das wahre Fallen bestimmen zu können.

Digitized by Google

Es ist selten von Wichtigkeit, den Neigungswinkel mit solcher Genauigkeit zu bestimmen, dass man der Hilfe eines Gradbogens oder eines Klinometers bedarf. Man kann den Winkel bis auf wenige Grade messen, wenn man sich einer Klippe, an der das wahre Fallen beobachtbar ist, genau gegenüber stellt, die Hände gerade vor die Augen hält und die Finger der einen senkrecht, die der andern aber wagerecht hält, wie man in Fig. 65 sieht. Es ist daher leicht zu finden, ob die Linie der geneigten Schichten den Winkel von 90°, der durch das Zusammentreffen der Hände gebildet wird, gerade theilt, so dass sie einen Winkel von 45° bildet, oder ob sie den Raum in zwei gleiche oder ungleiche Theile theilt. Die obere punktirte Linie bezeichnet eine nach Norden abfallende Schicht, fällt sie aber gerade nach der entgegengesetzten Richtung, wie bei der untern punktirten Linie, so kann der Belang des Fallens mit gleicher Leichtigkeit durch die Hand gemessen werden.

Bei Beschreibung der gekrümmten Schichten an der Ostküste Schottlands, in Forfarshire und Berwickshire, bemerkten wir bereits, dass eine Reihe von concaven und convexen Biegungen zuweilen mehrmals wiederholt würden. Diese bilden gewöhnlich einen Theil von einer Reihe paralleler wellenförmiger Schichten, die in derselben Richtung durch eine sehr weit ausgedehnte Gegend verlängert sind. So besteht z. B. das Juragebirge in der Schweiz aus mehrern parallelen Rücken mit dazwischen liegenden Längenthälern, wie Fig. 66 zeigt. Die Rücken sind durch gekrümmte versteinerungsführende Schichten gebildet, deren Beschaffenheit und Fallen

Digitized by Google

zuweilen in tiefen Querschluchten, den sogenannten Cluses, welche durch rechtwirklich auf dem Streichen der Kette stehenden Brüchen oder Spalten entstanden sind, dargelegt ist *). Nun wollen wir annehmen, dass diese Rücken und parallelen Thäler von Norden nach Süden laufen, so müssen wir sagen, das Streichen der Lager gehe von S. nach N. und das Fallen sey östlich und westlich. Eine längs dem Gipfel der Rücken A, B gezogene Linie würde eine antiklinische und eine längs des Bodens der anliegenden Thäler gezogene eine synklinische Linie seyn. Einige von diesen Rücken A, B haben keine Brüche an den Gipfeln, wogegen einer derselben C längs der Streichungslinie gebrochen und ein Theil davon mittelst Entblössung weggeführt worden ist, so dass die Schichtenköpfe der Formationen a, b, c an den Seiten der Thäler zu Tage ausgehen. Der Grundriss solch' eines entblössten Rückens, wie C, ist in Fig. 67 und der Querdurchschnitt desselben in Fig. 68 dargestellt. Die Linie D E Fig. 67 ist die antiklinische und zu beiden Seiten derselben fallen die Lager in entgegengesetzten Richtungen ab, wie die Pfeile andeuten. Das Erscheinen der Schichten an der Oberfläche nennt man das Ausgehende.

Wenn die Lager, anstatt in parallele Rücken gebogen zu seyn, eine kuppelförmige Erhöhung bilden und wenn wir annehmen, dass der Gipfel der Kuppel weggeführt worden sey, so würde der Grundriss das Ausgehende der Schichten als eine Reihe von Kreisen oder Ellipsen rings um

*) Siehe Thurmann's treffliches Werk: *Essai sur les Soulèvemens Jurassiques. 1. Cahier. Paris 1832. 2. Cah. Brunsvic 1836.*

Digitized by Google

einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt zeigen. Diese Kreise sind die Streichungslinien und da das Fallen stets senkrecht auf jenen steht, so findet es natürlich nach jedem Punkte des Kreises statt.

In den meisten Fällen bildet eine antiklinische Axe einen Rücken und eine synklinische ein Thal, wie bei A, B Fig. 58; allein es finden Ausnahmen von dieser Regel statt und die Schichten fallen zuweilen von beiden Abhängen eines Berges nach dem Innern zu ein, wie bei Fig. 69.

Folgt man der antiklinischen Linie der vorher erwähnten Rücken des Jura A, B, C, Fig. 66, so entdeckt man oft längs der Linie, wo die Biegung am stärksten ist, Längenspalten. Am östlichen Ende der Pyrenäen sieht man eine merkwürdige Erläuterung einer analogen Erscheinung nach kleinem Maasstabe (Fig. 70). Die dort an dem Felsengestade zu Tage ausgehenden Schichten bestehen aus Mergel, Sandstein und aus einem harten hornsteinartigen Gestein, welche der Grünsandformation angehören. Einige von den Biegungen sind so scharf, dass die Bruchstücke des schiefrigen harten Kieselgesteins, von den Punkten weggenommen, wo sie einen Winkel bei a, Fig. 70 bilden, als Forstziegeln zum Decken der Dächer benutzt werden können. Obwohl das Gestein jetzt hart und spröde ist, so müssen wir nothwendig annehmen, dass es biegsam war, als es in diese Form gedrückt wurde; dennoch muss es einige Festigkeit besessen haben, indem an dem Biegungswinkel zahlreiche Risse vorhanden waren, die mit Kalzedon ausgefüllt sind. Dieselbe Formation wird auch von einigen Quarztrümmern b

Digitized by Google

durchsetzt, die unregelmässige Spalten ausgefüllt haben und wahrscheinlich mit dem oben erwähnten Kalzedon zu gleicher Zeit durch Infiltration gebildet worden sind.

Zwischen San Caterina und Castrogiovanni auf Sicilien kommt wellenförmig gebogener Gypsmergel hin und wieder mit eingelagertem festen Gyps vor. Zuweilen sind diese festen Lagen in einzelne Stücke zerbrochen, die noch ihre scharfen Kanten beibehalten haben, wie man bei gg, Fig. 71 sieht, während der Zusammenhang der biegsamern und weichern Mergelschichten m, m nicht unterbrochen worden ist.

Wir beschliessen das über die gebogenen Schichten Gesagte mit der Bemerkung, dass in Gebirgsgegenden, wie die Alpen, es dem erfahrensten Geologen oft schwer wird, das relative Alter der Lager durch Auflagerung zu bestimmen, da die Schichten so oft auf sich zurückgebogen und die obern Theile der Kurve durch Entblössung entfernt worden sind. So werden wir glauben, dass die in dem Durchschnitt Fig. 72 dargestellten Schichten aus 12 verschiedenen Lagern oder Reihen von Lagern bestehen, von denen Nro. 1 das neueste und Nro. 12 das älteste ist. Allein dieser Durchschnitt enthält vielleicht nur sechs Lager, welche auf die in Fig. 73 dargestellte Art und Weise gebogen sind, so dass jedes zweimal vorkommt, indem die Lage der einen Hälfte umgekehrt und ein Theil von Nro. 1, der obersten, die unterste der Reihe geworden ist. Solche Erscheinungen zeigen sich oft nach einem grossartigen Maasstab in gewissen Gegenden der Schweiz, wo Felswände von 2000 bis 3000 Fuss senkrechter Höhe vorkommen. An der

Digitized by Google

Iselten-Alpe, im Thale der Lutschine, zwischen Unterseen und Grindelwald, sieht man Krümmungen von Kalkschiefer, die 1000 bis 1500 Fuss hoch sind (siehe den Durchschnitt Fig. 74), bei denen die Lager zuweilen 1000 Fuss tief und mehr senkrecht einfallen, ehe sie wieder umgebogen sind. Auch in den Pyrenäen, wie z. B. bei Gavarnie, am Fusse des Mont Perdu, finden sich manche nicht geringere Biegungen.

Ungleichförmige, abweichende und übergreifende Lagerung. — Massen, deren Schichten nicht parallel sind, haben eine ungleichförmige Lagerung. In der Zwischenzeit ihrer Bildung müssen Veränderungen in der räumlichen Lage der unterliegenden ältern Massen vorgegangen seyn. Die Fläche, welche beide geschichtete Massen von einander trennt, oder ihre Grenze, kann entweder den Schichten der unterliegenden parallel seyn, ein Beweis, dass deren Oberfläche in der Zwischenzeit beider Bildungen nicht zerstört worden ist, oder diese Grenze durchschneidet die Schichten der unterliegenden Masse, sie bilden ein wahres Ausgehendes unter der Bedeckung der aufliegenden, ihre Oberfläche ist zerstört worden, ehe der Absatz der folgenden Masse begann. In diesem Fall ist die Lagerung abweichend, übergreifend.

Häufig ist es der Fall, dass in der Zeit zwischen dem Absatze der beiden Reihen ungleichförmiger Schichten die untere Gebirgsart entblösst und zuweilen von Bohrmuscheln angebohrt worden ist. So findet man z. B. zu Autreppe und Gusigny bei Mons Lager von sogenanntem Uebergangs- oder Grauwackenkalk-

Digitized by Google

stein, die ein sehr steiles Fallen haben, oft gebogen und mit horizontalen Schichten von grünlichem und weissen Kreidemergel, auf den wir in einem spätern Kapitel zurückkommen, bedeckt sind. Das unterste und daher älteste Lager der horizontalen Schichtenreihe ist gewöhnlich das Sand- und Konglomeratlager a, Fig. 75, in welchem abgerundete Gesteinbruchstücke von 1 Zoll bis 2 Fuss Durchmesser vorkommen. Die feste Oberfläche des untern (liegenden) Kalksteins ist ebenfalls angebohrt, wie die cylindrischen und birnförmigen Höhlungen z. B. bei c zeigen und dies ist das Werk von *Saxicavis*, d. h. steinbohrenden Mollusken. Auch finden sich in dem Kalkstein mehrere Fuss tiefe Spalten, wie bei b, welche mit Sand und Muscheln, ähnlich denen in der Schicht a, ausgefüllt worden sind.

Brüche und Spalten der Schichten. — Oft sieht man in den Gesteinen, die nur gebrochen erscheinen, viele Risse, indem die getrennten Theile an ihren Stellen geblieben sind; oft liegt aber auch eine mehrere Zoll oder Ellen weite Spalte dazwischen. Gewöhnlich sind diese Spalten mit feiner Erde oder mit Sand, oder mit eckigen Gesteinbruchstücken ausgefüllt, welche offenbar von dem Zerbrechen der benachbarten Gesteine herrühren.

Die Flächen von den Spaltenwänden sind oft sehr schön polirt, oft auch gestreift, als wenn ungleich harte Oberflächen an einander gerieben worden wären; man nennt sie Spiegel (Harnische, Rutschflächen). Man nimmt an, dass die Streifen die Richtung der Bewegung der Gesteine andeuten. Während eines der neuern kleinern Erdbeben in Chili erhielten die Ziegelsteinwände eines Gebäudes an mehrern

Digitized by Google

Stellen senkrechte Risse und wurden während jedes Stosses mehrere Minuten lang erschüttert, worauf sie unbeschädigt und ohne alle Oeffnung blieben, obgleich die Risse sichtbar waren. Als alle Bewegungen aufgehört hatten, fand man auf dem Flure des Hauses, am untern Ende einer jeden Spalte, kleine Häufchen des feinsten Ziegelstaubs, der offenbar durch Reibung entstanden war.

Verwerfungen. — Nicht selten sind die sonst im Zusammenhange stehenden Gebirgsschichten an der einen Seite einer Spalte emporgehoben oder gesenkt, so dass ihr Zusammenhang unterbrochen ist. Man nennt dies eine Verwerfung, Verschiebung, einen Rücken oder Sprung. Der Bergmann kommt bei seinen unterirdischen Arbeiten oft in Verlegenheit, wenn er auf solch' eine Verwerfung der Schichten kommt, wodurch auf einmal alle Linien und Lagen verloren gehen, welche ihn bis dahin geleitet haben. Wenn seine Baue eine gewisse Ebene, die zuweilen senkrecht, wie AB, Fig. 76, zuweilen gegen den Horizont geneigt ist, wie bei CD erreicht, so findet er die Gesteinschichten von einander gebrochen, indem die an der einen Seite der Ebene durch ein Gleiten in einer besondern Richtung auf der Fläche der andern ihren Platz verändert haben. Bei dieser Bewegung haben sie zuweilen ihren Parallelismus beibehalten, wie in Fig. 76, so dass die Schichten zu beiden Seiten der Rücken AB, CD parallel mit einander fortsetzen. In andern Fällen sind die Schichten zu beiden Seiten a, b, c, d, Fig. 77 geneigt, obgleich ihre Identität dadurch erkannt werden kann, dass sie gleiche Mächtigkeit und gleiche innere Kennzeichen haben.

Digitized by Google

Zuweilen nehmen wir sehr ähnliche Seitenstücke zu diesen Verschiebungen in den Gruben wahr, in denen feiner und grober loser Sand gegraben wird. Manche derselben sind durch ein Zusammentrocknen der thonigen und anderer Lager erfolgt, die geringe Senkungen veranlassten. Zuweilen mögen jedoch selbst diese kleinen Verschiebungen während Erdbeben hervorgebracht worden seyn; denn das Land ist innerhalb der Periode des Niederschlags von dem Alluvialsande, der jetzt die Oberfläche des Festlands bedeckt, bewegt und sein Niveau in Beziehung zu dem des Meeres bedeutend verändert.

Es ist bereits bemerkt, dass der Geolog auf seiner Huth seyn muss, in einer Gegend, in welcher gestörte Schichten vorkommen, wiederholte Wechsellagerungen anzunehmen, wenn in der That dieselben Schichten so gebogen sind, dass sie in einem Durchschnitt mit gleichem Fallen nochmals vorkommen. Ein ähnliches Missverständniss ist oft durch eine Reihe von Verschiebungen veranlasst.

Es stelle z. B. die dunkle Linie AH, Fig. 78 die Oberfläche einer Gegend vor, in welcher die Schichten a, b, c häufig zu Tage ausgehen, so muss ein von H nach A vorschreitender Beobachter anfänglich denken, dass er bei jedem Schritt neue Schichten findet, während die Wiederholung derselben Lager durch senkrechte Rücken oder Verwerfungen veranlasst worden ist. Nehmen wir daher an, dass die ursprüngliche Gebirgsmasse A, B, C, D aus einer Reihe von ungleichförmig geneigten Schichten bestanden habe und dass die verschiedenen Massen nach und nach unter E F, F G und G D nieder-

Digitized by Google

sanken, so dass die in der Figur mit punktirten Linien bezeichneten Räume leer blieben und sie dagegen die mit den schwächern Linien bezeichneten einnahmen, worauf längs der Linie AH eine Entblössung statt fand, so dass die hervorstehenden Theile weggewaschen wurden. Wenn daher die Bergleute die Rücken nicht gefunden haben und sie gelangen zu der Masse a, die ein viermal wiederholtes Kohlenflötz seyn soll, so könnten sie vier Flötze zu finden hoffen, die bis zu einer unbestimmbaren Tiefe abzubauen wären. Gelangen sie aber zu dem Rükken G, so werden sie plötzlich mit dem Betrieb aufgehalten, da sie auf die Sandsteinschichten c kommen. Gelangen sie zu der Verwerfungslinie F, so kommen sie zum Theil in den Schieferthon b und zum Theil in den Sandstein c und erreichen sie E, so werden sie wiederum durch eine aus dem Gestein d bestehende Wand aufgehalten.

Das sehr verschiedene Niveau, in welchem die von einander getrennten Schichten an den verschiedenen Seiten der Spalte gefunden werden, ist wirklich bewunderungswerth. In dem Steinkohlengebirge von Newcastle kommt ein ausgezeichnetes Beispiel dieser Art vor, indem die Flötze auf der einen Seite des verwerfenden Gesteingangs 90 Faden (540 Fuss) tiefer liegen, als an der andern. Die Spalte ist durch eine Sandmasse ausgefüllt worden, die nun zu Sandstein geworden ist und einen Gesteingang (*Dyke* im Engl.) bildet. Solche Gänge sind oft nur sehr schmal, an andern Punkten aber mehr als 60 Fuss mächtig. Die Wände der Spalte sind gefurcht, als wenn sich die von einander gebrochenen Enden der Schichten längs der Ebene

Digitized by Google

des Rückens an einander gerieben hatten. In dem Tynedale und Cravenrücken im nördlichen England ist die senkrechte Verschiebung noch bedeutender und die horizontale Ausdehnung der Bewegung beträgt 5 bis 9 deutsche Meilen. Einige Geologen halten es für nothwendig, anzunehmen, dass die Hebung oder Senkung in diesen Fällen auf einmal erfolgte und nicht durch eine Reihe von plötzlichen, aber unterbrochenen Bewegungen. Es scheint diese Idee daher zu rühren, dass man glaubte, die gefurchten Wände wären nur nach einer Richtung gerieben. Allein dies ist so wenig der Fall, dass man oft gegen die angenommene Theorie von der Entstehung der Spiegel den Einwurf gemacht hat, die Streifen seyen nicht immer parallel, sondern oft gekrümmt und unregelmässig. Uebrigens zeigen nicht allein die Wände der Spalte, sondern zuweilen auch deren erdige Ausfüllung dieselben polirten und gestreiften Flächen. Es scheinen diese Thatsachen partielle Veränderungen in der Richtung der Bewegung, so wie einige Senkungen nach der Ausfüllung der Spalten anzudeuten. Wir wollen annehmen, dass eine Gesteinmasse A B C über einer etwa $\frac{1}{2}$ Meile unter der Oberfläche vorhandenen und durch stufenweise Verminderung des Volums einer Schichtenmasse in Folge einer mässigen Wärme, oder durch Entfernung von Materien durch vulkanische Wirksamkeit, oder durch irgend eine andere Ursache entstandenen, ausgedehnten Höhlung d e abgelagert sey. Wird nun die Gegend durch Erdbeben erschüttert, so werden die Spalten f g und andere rechtwinklich auf denselben stehende die Masse B von A und von C trennen, so dass sie sich frei bewegen und in den Schlund sinken

Digitized by Google

könne. Man kann annehmen, dass der Bruch so vollkommen sey, dass die Masse sogleich auf den Boden der Höhlung sinken konnte; allein es ist weit wahrscheinlicher, dass die Senkung zu verschiedenen Perioden während verschiedener Erdbeben erfolgte und die Masse stets in derselben Richtung auf den Ebenen der Spalten f g zu gleiten fortfuhr und die Kanten der fallenden Masse bei jeder Erschütterung fortwährend gegen einander gerieben wurden. Wenn, wie es nicht unwahrscheinlich ist, die Umstände, welche die Masse B ihrer Stütze beraubten, noch fortwirken, so kann, wenn sie die zuerst gebildete Höhlung ausgefüllt hat, ihr Fundament wieder nachgeben, so dass sie abermals in derselben Richtung sinkt. Verändert sich aber die Richtung, so kann dies nicht durch die Rutschflächen wahrgenommen werden, weil die letzte Furchung die vorhergehende verwischen musste. Bei unserer jetzigen Unkenntniss der Ursachen der Senkung verdient eine Hypothese, welche den Belang der Verschiebung bei gewissen Rücken nach richtigen mechanischen Principien durch eine Reihe von Bewegungen erklärt, bei weitem den Vorzug vor einer Theorie, nach welcher jeder Rücken durch eine einzige Hebung oder Senkung von mehrern tausend Fuss zu Stande gebracht worden ist. Denn wir wissen, dass jetzt in grossen Tiefen im Innern der Erde Operationen im Fortschreiten begriffen sind, durch welche grössere oder kleinere Landstriche gehoben oder gesenkt werden, sowohl langsam und unmerklich, als auch plötzlich und stossweise mehrere Fuss auf einmal. Dagegen haben wir gar keinen Grund zu der Annahme, dass, wenigstens in den letztern 3000 Jahren, irgend eine Gegend mehrere hun-

Digitized by Google

dert, geschweige denn mehrere tausend Fuss auf einmal gehoben oder gesenkt worden sey.

Sechstes Kapitel.

Entblössung und Bildung des Alluviums.

Ehe wir die wässerigen oder versteinerungsführenden Felsarten verlassen, haben wir zuvörderst noch die Alluvialformationen zu betrachten. **Entblössung**, welcher Ausdruck bereits mehrmals in den vorhergehenden Kapiteln gebraucht worden ist, nennt man die Fortschaffung der Gesteine durch fliessende Gewässer, d. h. entweder durch einen Fluss oder durch eine Meeresströmung und die dadurch herbeigeführte Aufdeckung irgend einer unterliegenden Gebirgsart. Die Geologen berücksichtigen vielleicht selten, dass diese Operation der unzertrennliche Begleiter der Bildung aller Schichten von neuer Entstehung ist. Die Fortschaffung von Schutt und Geschieben zur Bildung eines neuen Niederschlags setzt natürlich voraus, dass irgendwo eine Zertrümmerung oder Zersetzung der Gesteine zu Geschieben, Sand oder Schlamm von gleicher Quantität, als die neuen Schichten erfordern, statt gefunden habe. Der Gewinn an dem einen Punkt ist nur hinreichend gewesen, den Verlust an einem andern auszugleichen. Es ist vielleicht eine Schlucht ausgehöhlt oder ein Thal vertieft, oder das Meeresbett ist durch

Digitized by Google

wiederholte Emporhebungen der Einwirkung der Wellen ausgesetzt, so dass ein Theil von der obern Decke der Erdrinde weggenommen und auf diese Weise vorher verdeckte Gesteine entblösst worden sind.

Sehen wir ein steinernes Gebäude, so wissen wir, dass irgendwo, fern oder nah, ein Steinbruch geöffnet worden ist. Die Steinlagen in dem Gebäude können mit den successiven Schichten, der Steinbruch kann mit einer Schlucht oder mit einem Thale, welches entblösst worden ist, verglichen werden. Da die Schichten gleich den Lagen von Quadersteinen nach und nach auf einander abgesetzt worden sind, so hat auch wohl die Aushöhlung des Thals, als auch des Steinbruchs nach und nach stattgefunden. Wir können die Vergleichung noch weiter führen und die an der Oberfläche liegenden Haufen von Schlamm, Sand und Grus, die wir gewöhnlich Alluvium oder aufgeschwemmte Massen nennen, mit dem Schutt eines Steinbruchs, den die Arbeiter als nutzlos über die Seite geschafft haben, oder der auf und an der Strasse zwischen dem Steinbruch und dem Gebäude liegen geblieben ist, zusammenstellen.

Wenn daher die ganze Masse der geschichteten Niederschläge in der Erdrinde das Denkmal und Maas der stattgefundenen Entblössung sind, in welch' einem grossen Maasstabe müssen wir die Zeichen dieser Fortschaffung der Materialien in entfernten Zeiten finden! Wirklich gibt es verschiedene Klassen von Erscheinungen, die auf die schlagendste Weise die leeren Räume nachweisen, welche durch die aushöhlende Kraft der Gewässer zurückgeblieben sind. Wir führen zuvörderst diejenigen Thäler an, zu

Digitized by Google

deren beiden Seiten dieselben Schichten in gleicher Ordnung auf einander folgen und welche gleiche mineralische Zusammensetzung und gleiche fossile Einschlüsse haben. So bemerken wir z. B. auf der Fig. 80 verschiedene Formationen, mit Nr. 1, 2, 3, 4 bezeichnet, von denen Nr. 1 Conglomerat, Nr. 2 Thon, Nr. 3 Sandstein und Nr. 4 Kalkstein ist und die in einer Reihe von Bergen wiederholt sind, zwischen denen verschieden tiefe Thäler liegen. a bezeichnet auf der Figur Alluvialmassen. Untersuchen wir die untergeordneten Theile dieser vier Formationen, so finden wir ebenfalls bestimmte Schichten in denselben, die an den entgegengesetzten Thalabhängen, sowohl in Beziehung auf ihre Gemengtheile als auch auf ihre Lagerungsverhältnisse mit einander correspondiren. Nun hingen die Schichten ursprünglich unzweifelhaft zusammen und es sind durch irgend eine Ursache die Theile, welche einst die ganzen Reihen verbanden, weggeführt. Ein Strom bringt an einem Gebirgsabhange ähnliche Unterbrechungen hervor und wenn wir beim Strassenbau künstliche Einschnitte machen, so entblössen wir auf gleiche Weise correspondirende Lager zu beiden Seiten des Wegs. In der Natur finden sich aber diese Erscheinungen in mehrern tausend Fuss hohen Gebirgen und durch meilenweite Zwischenräume von einander getrennt, wovon ein sehr grossartiges Beispiel mit Hilfe der Fig. 81, welche von der Nordwestküste von Rossshire in Schottland entlehnt worden ist, erläutert wird. Das Grundgebirge in jener Gegend ist Gneis in gestörten Schichten, auf denen fast horizontale Schichten von rothem Sandstein übergreifend ruhen. Die letz-

Digitized by Google

tern sind oft sehr dünn und haben eine ausgezeichnete wellenförmige Erhabenheit. Sie endigen plötzlich an den Abhängen mehrerer isolirter Berge, die sich auf einmal bis zu einer Höhe von ungefähr 2000 Fuss über dem Gneise der umgebenden Ebene oder des Tafellandes und etwa 3000 Fuss über dem Meeresspiegel erheben. Die Gneisbasis hat eine verschiedene Höhe, so dass die untern Theile des Sandsteins ein verschiedenes Niveau einnehmen und die Mächtigkeit der Masse verschieden ist, zuweilen aber 3000 Fuss übersteigt. Es ist unmöglich, diese zerstreuten Theile zu vergleichen, ohne nicht auf die Idee zu kommen, dass die ganze Gegend einst mit einer grossen Sandsteinmasse bedeckt war, von welcher 1000 bis mehr als 3000 Fuss mächtige Theile weggeführt worden sind.

Die grösste Ueberzeugung von Entblössung nach einem grossartigen Maasstabe kann vielleicht von der geebneten Oberfläche mancher Gegenden, in denen bedeutende Verwerfungen vorkommen, entlehnt werden. Mit Hilfe von Fig. 78 wurde bereits gezeigt, wie eckige und hervorstehende Massen von Gesteinen ganz natürlich an der Oberfläche, unmittelbar über grosse Verwerfungen vorhanden seyn mussten, obgleich sie in der That selten existiren. Diese Erscheinung kann hauptsächlich in denjenigen Gegenden studirt werden, wo ein ausgedehnter Steinkohlenbergbau stattfindet, indem in denselben die frühern Verhältnisse der verworfenen Lager mit grosser Genauigkeit bestimmt werden können. So kommt in dem Steinkohlengebirge von Ashby de la Zouch in der engl. Provinz Leicestershire ein Rücken oder Sprung

Digitized by Google

(siehe Fig. 82) vor, an dessen einer Seite die Kohlenflötze a b c d 500 Fuss höher liegen, als die entsprechenden an der andern. Allein die emporgehobenen Schichten stehen nicht 500 F. über der allgemeinen Oberfläche, sondern es ist dieselbe vielmehr, welche die Linie z z bezeichnet, gleichförmig und ununterbrochen und es muss daher die durch die punktirten Linien angedeutete Masse weggewaschen worden seyn. Man hat in manchen ebnen Gegenden Beweise dieser Art, indem dichte Massen von Schichten von vielen Quadratmeilen Ausdehnung weggeführt worden sind.

In dem Newcastler Steinkohlengebirge finden sich Stücken, bei denen die hebende oder senkende Bewegung nicht weniger als 140 Faden (840 Fuss) betragen haben kann, welche, wenn sie auf gleiche Weise auf die äussere Configuration der Oberfläche eingewirkt, Berge mit steilen Abhängen von fast 1000 Fuss Höhe oder Abgründe von gleicher Tiefe hervorbringen musste; allein das jetzige Niveau der Gegend ist durchaus gleichförmig und zeigt keine Spur von unterirdischen Störungen.

Der Boden, von dem diese Materialien entfernt worden sind, ist gewöhnlich mit Haufen von Sand und Geschieben bedeckt, die aus der Zerstörung der früher vorhandenen Gesteine entstanden sind. Es finden sich daher in den obigen Gegenden Geschiebe und eckige Bruchstücke von hartem Sandstein, Kalkstein und Eisenstein mit einer kleinen Quantität von dem mehr zersetzbaren Schieferthon und selbst mit abgerundeten Kohlenstücken. Die Form dieser Reste beweist, dass Wasser das entblössende Agens war.

Digitized by Google

In den meisten geologischen Schriften lesen wir von „Alluvium“ und „Diluvium,“ im Gegensatze zu „regelmässigen Schichten“ und „anstehendem oder auf seiner Lagerstätte befindlichem Gestein.“ Es ist daher erforderlich, diese Ausdrücke zu erklären. An der Oberfläche befindet sich gewöhnlich eine Dammerdeschicht, welche zum Theil aus zersetzten Pflanzen besteht und zum Theil von den Regenwürmern hervorgebracht wird, welche fortwährend den feinen von dem groben Boden absondern. Unmittelbar unter dieser Dammerde zeigt sich der sogen. Untergrund, bestehend aus den geschichteten und ungeschichteten Gesteinen der Gegend, oder gewöhnlicher noch aus einer Alluvialmasse oder aus Schutt, bestehend aus zerbrochenen und eckigen Bruchstücken des darunter liegenden festen Gesteins. Diese Schuttbildung mag zum Theil der Verwitterung oder Zerstörung des Gesteins an solchen Stellen, den Einwirkungen der Luft und des Wassers, der Sonne und des Frostes, so wie der chemischen Zersetzung, zum Theil aber auch der ausdehnenden Kraft der Baumwurzeln zugeschrieben werden, indem in frühern geologischen Epochen daselbst Bäume wuchsen. Zuweilen mögen auch die Schwingungen der Erdbeben in frühern Zeiten die Zerstörung des früher schon mit Rissen durchzogenen und verwitterten Bodens veranlasst haben. So zerstörten in Calabrien unterirdische Bewegungen das Steinpflaster, indem sie die Steine in die Höhe hoben; und Herr Darwin erwähnt, dass auf der Insel Quiriquina durch die Schwingungen des grossen Erdbebens im Februar 1835 einige schmale Bergrücken von hartem primären Schiefer, der dort das Grund-

Digitized by Google

gestein bildet, vollkommen zersplittert worden waren, gleich als wären sie mit Pulver zersprengt. Die Wirkung fand nur an der Oberfläche statt und hatte frische Brüche und Verrückungen des Bodens veranlasst, wogegen der darunter befindliche Schiefer fest und unbeschädigt blieb.

Alluvium ist von dem Schutte dadurch verschieden, dass es aus Sand und Grus besteht, die mehr oder weniger abgerundet sind und dass es oft von sehr entfernten Punkten herbeigeführt, häufig aber auch von den Punkten seines Vorkommens entlehnt ist. Der Ausdruck ist von *Alluvio*, eine Ueberschwemmung, oder von *Alluo*, waschen, abgeleitet. Der Grus ist selten fest geworden, oft ungeschichtet, gleich Haufen von Schutt, die aus Karren ausgestürzt worden sind, zuweilen aber in wellenförmige und schiefe Lagen getheilt, die einen successiven Absatz aus dem Wasser bezeichnen. Solch' Alluvium liegt sowohl über geneigten als horizontalen Schichten, so wie auch über ungeschichteten Gesteinen zerstreut; es findet sich am häufigsten in Thälern, kommt aber auch auf hohen Plateaus oder Hochebenen und selbst auf hohen Gebirgen vor, jedoch ist das an höhern Punkten gefundene gewöhnlich von dem niedriger liegenden verschieden.

Die untere Oberfläche einer Alluvialablagerung ist oft sehr unregelmässig und stimmt mit allen Unebenheiten des darunter befindlichen Bodens überein (Fig. 83). Zuweilen kommt eine kleine Masse, wie bei c, abgesondert und wie von der darunter liegenden Formation umschlossen vor. Solche einzelnen Punkte sind ge-

Digitized by Google

wöhnlich Durchschnitte von mit Alluvium ausgefüllten, gewundenen, unterirdischen Höhlungen. Sie mögen die Kanäle von Quellen oder unterirdischen Bächen, welche durch erweiterte natürliche Spalten flossen, oder in einem kleinen Maasstabe mögen es Räume gewesen seyn, welche ehedem die Wurzeln grosser Bäume einnahmen und in welche nach deren Zerstörung Sand und Grus gelangten.

Es ist durchaus nicht so leicht, als es erscheint, einen genauen Unterschied zwischen den anstehenden Gesteinen oder regelmässigen Schichten (den auf ihren Lagerstätten befindlichen Felsarten) und ihrer Alluvialdecke von herbeigeführten Materialien zu machen. Ist das Bett eines grössern oder kleinern Flusses ausgetrocknet, so nennen wir den in demselben zurückgebliebenen Grus, Sand und Schlamm, oder alles das davon während einer Fluth auf den benachbarten Ebenen Zurückgebliebene, Alluvium. Werden dieselben Materialien aber in einen See oder in ein Meer geführt, wo sie von dem Wasser getrennt und in bestimmten Schichten abgesetzt werden, so nennt man sie regelmässige Gebirgsarten.

Auf dieselbe Weise können wir Grus, Sand und zerbrochene Muscheln, die sich längs des Weges von Meeresströmen zerstreut finden, Schichten entgegenstellen, welche durch den Absatz ähnlicher Materialien, Jahr auf Jahr, in tiefern und ruhigern Theilen des Meeres gebildet werden.

Wenn Versteinerungen vorkommen, so kann man die Masse dennoch Alluvium nennen, vorausgesetzt, dass jene an den Punkt ihres jetzigen Vorkommens transportirt worden sind. Wenn

Digitized by Google

einige derselben, seyen es Süsswasser- oder Meeresmuscheln, da gelebt zu haben und gestorben zu seyn scheinen, wo man sie begraben findet, so kann der Niederschlag, obgleich er hauptsächlich aus herbeigeschafften Materialien besteht, nicht ein alluvialer oder aufgeschwemmter, sondern er muss eine regelmässige Meeres- oder Süsswasserformation genannt werden. Uebrigens wird man leicht einsehen, dass von solchen Alluvialniederschlägen Uebergänge zu regelmässigen, sowohl in dem Meere, als auch in Flussmündungen gebildeten vorkommen müssen. Oft hält es auch sehr schwer, zwischen denselben einen Unterschied zu machen, weil in den Bildungen von porösem Sande Grus und Lehm, welche dem atmosphärischen Wasser einen freien Durchgang gestatten, die Versteinerungen oft zerstört worden sind.

Nach dem über die Verbindung von Entblössung und Alluvium Bemerkten werden die Leser einsehen, dass es Alluvionen von verschiedenem Alter und in allen Höhen über dem Meeresspiegel geben muss, die sowohl vor als während der Trockenlegung des Landes, am häufigsten aber stets zu Perioden gebildet worden sind, wenn das Niveau einer Gegend, in Folge unterirdischer Bewegungen, Veränderungen erlitten hat. Denn dann wurde der Lauf der Gewässer, sowohl der des Meeres, als der des Landes, am häufigsten verändert und die Kraft der Meereswogen konnte am meisten auf das Land einwirken.

Ehe man zugab, dass das Heben und Senken grosser Ländermassen, sowohl unmerklich, als auch durch eine Reihe plötzlicher Stösse, einen Theil von dem gewöhnlichen Verlaufe der

Digitized by Google

Natur bilde, wurden alle alten Alluvionen von den meisten Geologen „Diluvium“ und wurden jetzt wirkenden Ursachen nicht zugeschrieben. Um dieser Behauptung Wahrscheinlichkeit zu geben, glaubte man, es sey hinlänglich, zu zeigen, dass die Flüsse, welche jetzt einen bestimmten Distrikt entwässern, in dem Verlaufe von Jahrtausenden nicht im Stande waren, die Entblössungsthäler, in denen sie fliessen, zu bilden und dass dieselben Flüsse eben so wenig im Stande waren, allen Grus und alle Geschiebe, welche offenbar mit frühern Entblössungswirkungen in Verbindung stehen, in ihre jetzigen Lagen zu bringen, welche oft Berggipfel oder Hochebenen sind. Man schrieb daher das Diluvium einer grossen Fluth (Sündfluth) oder einer Reihe von Fluthen zu, die sich mit furchtbarer Heftigkeit über das Land ergossen, nachdem es seine jetzige Gestaltung und seine jetzige Höhe über dem Meeresspiegel erlangt hatte. Man glaubte, dass nicht allein kleine Geschiebe, sondern auch grosse Gesteinblöcke durch diese verwüstenden Fluthen oder Wogen aus grössern oder kürzern Entfernungen herbeigeführt und auf den Gipfeln von Bergen und Hügeln abgesetzt worden sind.

Allein die Flüsse sind, wie wir sahen, nicht die einzigen vorhandenen Ursachen und eben so wenig die wirksamsten Agentien, durch welche Entblössungen bewirkt werden konnten. Erfolgte die emporsteigende Bewegung des Landes sehr langsam, so konnten die Wellen leicht eine Schicht von weichen Materien während des Emporsteigens und ehe es noch die Oberfläche erreicht hatte, wegwaschen. Auf diese Weise kann eine sehr ausgedehnte, ununterbrochene Entblössung statt gefunden haben und Hunderte

Digitized by Google

von Fussen mächtige Massen können auf diese Weise zollweis in dem Verlaufe von Tausenden von Jahrhunderten weggewaschen worden seyn. Wenn aber Riffe, die aus einem festern Gestein bestehen, emporgehoben werden, so wird die darauf einwirkende Brandung Bruchstücke und Blöcke davon abreissen und sie über dem Meeresboden zerstreuen. Dieses Meeresalluvium wird emporgehoben, wenn die Riffe endlich in Land verwandelt werden und wird alsdann die Bedeckung von Berggipfeln oder von erhobenen Terrassen oder Tafelländern bilden. Dagegen wird dieser Schutt in allen Thälern fehlen, die während Emporhebung des Landes von den zwischen den Inseln sich bewegenden Meeresströmen, oder von den Flüssen nach der Emporhebung des Landes ausgehöhlt worden sind. Auf dem Boden solcher neuern Thäler findet man ein besonderes Alluvium, welches vielleicht einige Geschiebe von dem ältern oder Hochlandschutt enthält, aber hauptsächlich aus den Zerstörungen der Gesteine, während Auswaschung der neuern Thäler, besteht.

Es muss bemerkt werden, dass, wenn wir solch' eine Hypothese einführen und die Emporhebung des Landes aus dem Meere für zugestanden erachten, wir blos das annehmen, was wir von der Auffindung der Meeresversteinerungen angenommen, nämlich, dass sie zu frühern Perioden wiederholt statt gefunden habe.

Die grossen Geschiebe oder erratischen Blöcke. — Die bedeutende Grösse der oft mit den alten Alluvionen verbunden vorkommenden Blöcke an Punkten, zwischen denen und den Lagerstätten, von welchen sie abstam-

Digitized by Google

men, jetzt tiefe Thäler und selbst Meere liegen, hat nach der Annahme mancher Geologen unübersteigliche Schwierigkeiten dargeboten, die Erscheinungen ihres Transports ohne sehr heftige Ursachen erklären zu wollen. Man findet diese erratischen, d. h. als Fremdlinge erscheinenden Blöcke von einigen bis vielen Fuss Durchmesser myriadenweis über die Sandgegenden des nördlichen Deutschlands, eines Theils von Schweden, Dänemarks, Finnlands und Russlands verbreitet. Manche derselben müssen seit dem Beginnen einer sehr neuen geologischen Periode in ihre jetzige Lage gelangt seyn, denn sie ruhen bei Stockholm und an andern Punkten auf Sand- und Mergelschichten mit Muschelspecies, die jetzt die Ostsee bewohnen.

Obgleich diese grossen Geschiebe weit häufiger in nördlichen Gegenden sind, so findet man sie doch auch auf dem Schweizer Jura, wohin sie offenbar von den Alpen gelangt, die jetzt von dem Jura durch eins der breitesten und tiefsten Thäler der Welt getrennt sind.

Es ist unbegreiflich, wie irgend eine Geschwindigkeit von Wasser solche mächtige Massen über Meere und Thäler zu den Stellen führen konnte, wo sie jetzt gefunden werden. Dagegen hat die Annahme, dass, als die Länder, über denen sie verbreitet liegen, noch von dem Meere bedeckt waren, ihr Transport durch Eis bewerkstelligt worden sey, gar keine Schwierigkeiten.

Da unsere Leser in Beziehung auf das Hinreichende der hier angeführten Ursache vielleicht ungläubig seyn dürften, so werden wir mehrere Thatsachen mittheilen, die neuerlich beobachet worden sind und welche unwiderleg-

Digitized by Google

bar beweisen, welch' eine wichtige Rolle die Eisschollen bei dem Transporte des Alluviums von einem Orte zum andern und besonders desjenigen spielen, das bedeutende Felsmassen umschliesst. Wir müssen uns jedoch auf wenige Beispiele beschränken, da es nicht der Gegenstand des vorliegenden Werks ist, weitläuftig in die jetzt an der Erdoberfläche vor sich gehenden Veränderungen zur Erklärung geologischer Erscheinungen einzugehen.

Was nun zuvörderst die Verbreitung der erratischen Blöcke betrifft, so finden sie sich sowohl in der nördlichen als südlichen Hemisphäre zwischen den 40. Breitengraden und den Polen, nicht aber in den dazwischen liegenden Equatorial- und wärmern Gegenden. Diese Thatsache lässt muthmassen, dass die höhere Wärme eines Theils von Asia, Afrika und Amerika, in der Nähe der Linie, ungünstig für den Transport der Blöcke ist. Dagegen sind sie in den kältern Gegenden von Nordamerika, von Kanada ab nordwärts sehr häufig, eben so wie im nördlichen Europa. Gehen wir nach Süden über die Linie, so finden wir sie in Chili und Patagonien zwischen dem 41. Breitengrad und dem Kap Horn auch wieder. Wir haben daher Grund zu der Annahme, dass ein kaltes Klima der Entstehung der erratischen Blöcke günstig ist.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass jährlich in der Ostsee Steine durch das Eis bewegt werden, und noch neuerlich hat man auf dem finnischen Meerbusen die Beobachtung gemacht, dass einige bedeutende Gesteinbruchstücke ziemlich weit fortgeschafft wurden. Im Frühling, wenn der Eisbesatz, welcher die Küsten des

Digitized by Google

bothnischen Meerbusens und manche Theile von Schweden, Norwegen und Dänemark während des Winters umgibt, aufbricht, werden grosse Steine mit Grus und Eis, die an der Küste zu einer festen Masse verbunden worden sind, eine Strecke weit weggeführt. So erschien im Frühling 1839, nach dem heftigen Winter, der den bothnischen Busen zwei Monate lang mit Eis bedeckt gehalten hatte, auf dem Strande der Insel Hochland ein ungeheurer, gewiss eine Million Pfund wiegender Felsblock, den das Eis aus Finnland herüber geführt hatte. In Kanada sind ähnliche Operationen, jedoch nach grösserm Maasstabe, vom Kapitän Bayfield wahrgenommen worden. Im St. Lorenzfluss häuft sich das lose Eis auf den Sandbänken während des Winters, zu welcher Jahrszeit der Wasserstand am niedrigsten ist, zusammen. Die getrennten Eisstücken frieren in einem Klima, in welchem die Temperatur oft bis unter — 34° C. fällt, leicht zusammen und mit ihnen Gesteinmassen, so dass, wenn im Frühling das Wasser nach dem Schmelzen des Schnees steigt, die vereinigten Massen aufgenommen und oft sehr weit weggeführt werden. Ein 15 Fuss langer und 10 Fuss breiter und hoher Granitblock, der nicht weniger als 1500 Kubikfuss Stein enthalten konnte, war während der letzten Aufnahme des Flusses, 1837, viele hundert Fuss den Fluss abwärts geführt worden. Auch sehr schwere Schiffsanker sind auf diese Weise von Eis umschlossen und fortgeschafft worden. Im Oktober 1836 wurden Holzstämme Fuss tief in den Boden an einem Punkte der Ufer des St. Lorenz bei hohem Wasserstande getrieben und darüber her wurden mehrere Steinblöcke gewor-

Digitized by Google

fen, die so gross waren, dass sie die vereinigte Wirkung von sechs Menschen kaum fortzuwälzen vermochte. Im folgenden Jahre waren die Blöcke verschwunden, es waren andere an ihre Stelle gelangt und die Stämme waren von dem Eise ausgezogen und weggeführt.

Eben so hat man auch bemerkt, dass Eisinseln, die sich im hohen Norden, vielleicht in der Baffinsbai, abgelöst haben, jedes Jahr mittels Strömungen in grosser Anzahl, bis zur Küste von Labrador, oft auch durch die Strassen von Belle Isle, zwischen Neufoundland und dem Kontinent von Amerika geführt worden und endlich auch, nachdem sie durch die Strassen gegangen sind, zuweilen über 50 deutsche Meilen, den Golf des Lorenz zwischen den 40. und 50. Breitengrade in die Höhe schwimmen. In einem von diesen Eisbergen wurden Haufen von Steinblöcken und von Schutt beobachtet.

Eine ähnliche Wirksamkeit des Eises dehnt sich in der südlichen Halbkugel zu noch niedrigern Breiten aus. So erfahren wir z. B. von Hrn. Darwin, dass am obersten oder Scheitelpunkt aller an der Westküste des südlichen Endes von Südamerika bis zu 46° Breite und noch weiter vorkommenden Sunde Gletscher, die mit grossen Gesteinbruchstücken bedeckt sind, bis zum Meere reichen. Demungeachtet sind die Gebirge, von denen sie herabkommen, nur halb so hoch als die Alpen und sind gleich weit von dem Aequator entfernt. Theile von diesem südamerikanischen Eise nebst grosssen Granitblöcken beobachtete man in Sir Georg Eyre's Sund, in derselben Breitenparallele wie Paris, nach dem Ocean zu schwimmend.

Digitized by Google

Es ist daher ganz natürlich, anzunehmen, dass durch Eisberge häufig Gesteinmassen von dem Fusse der Andes in diesem Theile von Südamerika mitten durch das tiefe Meer zu benachbarten Inseln im Stillen Meere, wie Chiloe, geführt worden sind, indem man daselbst wirklich grosse erratische Blöcke von den Andes sieht. Eine allgemeine Emporhebung des Hauptlandes sammt den Inseln, begleitet von einer Trockenlegung des dazwischen liegenden Meeres, dürfte daher künftigen Geologen eine Aufgabe in Beziehung auf die Fortschaffung der Blöcke stellen, die eben so räthselhaft als die ist, welche jetzt die europäischen Verhältnisse geben.

Daher mögen denn von Gletschern abgelöste Eisberge nebst Küsteneise Geschiebe, Blöcke, Sand und Schlamm Hunderte von Meilen transportiren, und mögen sie, wo jenes schmilzt, auf unterirdische Berge und in Thäler fallen lassen. Steigt nun das Land aus der Tiefe hervor, so können jene Absätze ein weit her geführtes Alluvium bilden, welches diluvialischer Wirksamkeit zugeschrieben ist *).

*) Wegen Spekulationen über die Ursachen lokaler und allgemeiner Veränderungen des Klimas, die von Schwankungen in der physikalischen Geographie abhängen und wegen Beweisen von ausgedehnter Verwandlung des Meeres in Land in Europa zu verhältnissmässig neuen Perioden siehe die „Grundsätze der Geologie," Buch 1.

Digitized by Google

Siebentes Kapitel.

Vulkanische Gebirgsarten.

Nachdem wir nun die neptunischen oder versteinerungsführenden Gebirgsarten beschrieben haben, wenden wir uns zunächst zu der Untersuchung der im weitesten Sinne des Worts vulkanisch genannten Felsarten. Nehmen wir an, dass aa, Fig. 84, die krystallinischen Formationen, d. h. die granitischen und metamorphischen, bb die versteinerungsführenden und cc die vulkanischen Felsarten bezeichne. Diese letztern durchbrechen entweder, wie bereits im 1. Kapitel und mit Hilfe von Taf. 1 bemerkt wurde, a und b, liegen zuweilen auf beiden und wechsellagern hin und wieder mit den Schichten bb. In einigen wenigen Beispielen gehen sie unmerklich in die ungeschichtete Abtheilung a oder in die plutonischen Gesteine über.

Als die Geologen zuerst die Struktur des nördlichen und des westlichen Theils von Europa zu untersuchen anfingen, kannten sie die Erscheinungen der thätigen Vulkane gar nicht. Sie fanden gewisse Felsarten grösstentheils ohne Schichtung und von einer besondern mineralogischen Zusammensetzung, denen sie verschiedene Namen, wie Basalt, Grünstein, Porphyr und Mandelstein gaben. Alle diese, welche als zu einer Familie gehörig erkannt wurden, nannte der schwedische Chemiker und Mineralog Bergmann Trapp (von dem schwedischen *Trappa*, Treppenstufen) — ein seitdem ganz allgemein in

Digitized by Google

der wissenschaftlichen Nomenklatur angenommener Name. Denn man fand, dass manche Gesteine dieser Klasse in grossen tafelartigen Massen von ungleicher Ausdehnung vorkamen, so dass sie eine Reihe von Terrassen oder Stufen an den Bergabhängen bildeten. Diese äussere Gestaltung scheint von zwei Ursachen abzuhängen, zuvörderst von den abgebrochenen ursprünglichen Begränzungen von Platten geschmolzener Materie, die auf dem Lande oder auf dem Meeresboden über eine ebene Oberfläche ausgebreitet worden sind. Denn wir wissen, dass ein aus einem Vulkane hervorkommender Lavastrom, wenn er zu fliessen aufgehört hat und erstarrt, gewöhnlich in einem steilen Abhange endigt, wie bei a, Fig. 85. Zweitens aber entsteht das stufenweise Ansehn häufiger noch von der Art und Weise, wie horizontale Massen feuriger Felsarten, die wie b c zwischen wässerige Schichten eingelagert, nach ihrer Bildung in verschiedenen Höhen der Entblössung ausgesetzt worden sind. Zwar ist solche Form den Trappfelsarten nicht eigenthümlich, sondern es bieten mächtige Kalksteinlager und andere harte Gesteinarten oft ähnliche Stufen und schroffe Felswände dar; allein diese erscheinen gewöhnlich nach einem kleinern Maasstab und weniger zahlreich, als die vulkanischen Stufen, oder bilden einen weniger entschiedenen Charakter in der Landschaft, da sie in der Struktur und in den Gemengtheilen weniger verschieden von den mit vorkommenden Felsarten sind.

Obwohl nun die Kennzeichen der Trappgesteine sehr verschieden sind, so wird sie der Anfänger dennoch bald von den neptunischen Formationen unterscheiden lernen. Zuweilen

Digitized by Google

zeigen sie sich, wie schon bemerkt, in plattenförmigen, jedoch nicht in Schichten getheilten, zuweilen in formlosen Massen und in unregelmässigen Kegeln, die kleine Bergketten bilden. Oft sieht man sie in Gängen oder mauerähnlichen Massen die geschichteten Felsarten durchschneiden. Zuweilen ist das Gestein in Säulen abgesondert, oft bildet es Kugeln von verschiedener Grösse von dem Durchmesser einiger Zolle bis mehrere Fusse. Die abgesonderte Oberfläche nimmt sehr gewöhnlich einen Ueberzug von einer rostigen Eisenfarbe an, welcher von der Oxydation eisenhaltiger Materie herrührt, die in den Trapparten mit Hornblende oder Augit sehr häufig sind. Die feldspathreichen Abänderungen des Trapps erhalten dagegen einen weissen undurchsichtigen Ueberzug durch Zersetzung des Alkali enthaltenden Feldspathes. Untersucht man irgend eine von diesen vulkanischen Felsarten, da wo sie keine Zersetzung erlitten haben, so wird man fast immer ein krystallinisches Gefüge bei dem einen oder dem andern Gemengtheile wahrnehmen. Zuweilen ist die Textur der Masse blasig oder porös, oder sie ist porös gewesen und die Blasenräume sind mit kohlensaurem Kalk, oder mit einem andern infiltrirten Mineral, welches die kugelförmige Gestalt der Blasenräume angenommen hat, ausgefüllt.

Die meisten vulkanischen Gesteine geben durch ihre Zerstörung einen fruchtbaren Boden. Es scheint, dass ihre Bestandtheile Kiesel-, Thon- und Kalkerde, Kali und Eisen, so wie die übrigen in der Vegetation sehr zuträglichen Verhältnisse vorhanden sind. Da sie mit Säuren nicht brausen, so könnte man annehmen,

dass sie keinen Kalk enthalten; allein obgleich kohlensaurer Kalk, ausgenommen in den Ausfüllungen der Blasenräume der Mandelsteine enthalten ist, so werden wir doch weiter unten sehen, dass Kalkerde einen sehr wichtigen Bestandtheil des Augits und der Hornblende bildet.

Da wo die Ausbrüche der vulkanischen Materien in der freien Luft statt fanden und wo die Oberfläche seitdem nie grossen Entblössungen durch Wasser ausgesetzt gewesen ist, sind die Kegel und die Krater sehr charakteristisch. Viele Hunderte von diesen Kegeln sieht man in Mittelfrankreich in der Auvergne (siehe die Abbildung von einem Theile der dort vorkommenden vulkanischen Kette in Fig. 86), im Velay und im Vivarais reihenweis und Gebirgsketten bildend. Obgleich keiner von den Ausbrüchen dieser Vulkane sich innerhalb der geschichtlichen Zeit ereignet hat, so können doch die Lavaströme von manchem der Krater herab deutlich bis in die tiefsten Punkte der Thäler verfolgt werden. Zuerst öffnet sich ein Schlund oder eine Spalte in der Erde, aus welcher sich grosse Massen von Dampf und andern Gasen entwickeln. Die Explosionen sind so heftig, dass sie Gesteinbruchstücke in die Luft werfen, von denen manche Theile in ganz kleine Atome zersplittert werden. Zu gleicher Zeit kommt geschmolzenes Gestein oder Lava aus der Esse oder der Oeffnung, aus welcher die Gase entweichen. Obgleich diese Lava ausserordentlich schwer ist, so wird sie doch durch die Expansivkraft der eingeschlossenen gasigen Flüssigkeiten, die aus Wasserdämpfen bestehen, genau auf dieselbe Weise in die Höhe geho-

Digitized by Google

ben, wie Wasser über den Rand des Gefäses kocht, wenn auf dem Boden durch die Hitze Dämpfe erzeugt werden. Es werden auch grosse Lavamassen in die Luft geworfen, wo sie sich in Bruchstücke theilen und durch die plötzliche Ausdehnung der eingeschlossenen Gase eine schwammige Textur erlangen und auf diese Weise Schlacken bilden, während andere Theile zu einem feinen Pulver oder Staub reducirt werden. Das Niederfallen der verschiedenen ausgeworfenen Materien rings um die Ausbruchsöffnung gibt Veranlassung zu einem kegelförmigen Wall, in welchem die successiven Umhüllungen von Sand und Schlacken Schichten bilden, die auf allen Seiten von der Centralaxe abfallen. Währenddem ist in der Mitte des Walles durch den fortwährenden Durchgang des Dampfs und anderer gasiger Flüssigkeiten nach oberwärts eine Höhlung, Krater genannt, offen erhalten. Die Lava fliesst zuweilen über den Kraterrand und vergrössert und verstärkt daher die Abfälle des Kegels; zuweilen reisst sie aber auch die eine Seite des Kraters nieder und fliesst auch oft aus einer Spalte an dem Fusse des Berges. (Siehe Fig. 86.)

Wir haben eine vollständige Geschichte und Beschreibung der Erscheinungen neuer Vulkane in den „Grundsätzen der Geologie“ mitgetheilt und können sie hier nicht wiederholen, sondern müssen vielmehr nur die Kennzeichen der feurigen Felsarten betrachten, so wie sie sich dem Geologen in der Erdrinde zeigen. Der Gegenstand wird auf die folgende Weise behandelt werden: zuerst die mineralogische Zusammensetzung, innere Textur und Nomenklatur der vulkanischen Gesteine; zweitens die Art und

Digitized by Google

Weise und die Lagerungsverhältnisse, wie sie in der Erdrinde vorkommen; zuletzt die Verbindung zwischen den Produkten der thätigen Vulkane und der gewöhnlich Trapp genannten Gesteine.

Mineralogische Zusammensetzung und Textur. — In Beziehung auf die Zusammensetzung oder auf die Gemengtheile der vulkanischen Gesteine sind die häufigsten Arten Basalt, Grünstein, syenitischer Grünstein, Klingstein, Thonstein und Trachyt; während die hauptsächlich auf die Eigenthümlichkeiten der Textur begründeten Arten Porphyr, Mandelstein, Lava, Tuff, Schlacken und Bimsstein sind. Wir dürfen im Allgemeinen annehmen, dass alle diese hauptsächlich aus zwei Mineralien oder Familien einfacher Mineralien, aus Feldspath und Hornblende, einige fast gänzlich aus Hornblende, andere aus Feldspath bestehen.

Beide Mineralien müssen vielmehr als zwei Gruppen, denn als zwei Species oder Gattungen angesehen werden. So zerfällt die Feldspathgruppe oder Familie in folgende Species: Feldspath, auch Orthoklas genannt, da die beiden vorherrschenden Richtungen der Theilbarkeit senkrecht auf einander stehen, besteht aus 65 Proc. Kiesel, 18 Thon und 17 Kali. Der Albit dagegen zeigt eine schiefwinkliche Richtung der beiden Haupttheilbarkeiten und besteht aus 69 Proc. Kiesel, 19 Thon und 12 Natron. Dieser ist daher Natron-, jener Kalifeldspath und beide haben verschiedene Krystallsysteme. Eine dritte geologisch-wichtige Species ist der Labrador (Labradorfeldspath), von den beiden vorhergehenden Species nicht allein durch die Theilbarkeit, deren beide Hauptrichtungen schiefwinklich, wie beim Albit, aber mit einem ver-

Digitized by Google

schiedenen Winkel sind, sondern auch durch die Bestandtheile ($53\frac{1}{2}$ Kiesel, $29\frac{3}{4}$ Thon, $12\frac{1}{4}$ Kalk und $4\frac{1}{2}$ Natron) und durch eine eigenthümliche Farbenwandlung auf den einen Theilungsflächen unterscheidbar. Eine minder wichtige Species ist der Ryakolith (glasige Feldspath), der wie der Orthoklas zwei rechtwinklich zu einander geneigte Theilungsflächen, ein eigenthümliches glasartiges Ansehn hat und aus $50\frac{1}{2}$ Proc. Kiesel, $29\frac{1}{2}$ Thon, $10\frac{1}{2}$ Natron, 6 Kali, etwas Eisenoxyd, Talk und Kalk besteht. Der dichte Feldspath oder Feldstein ist ein zusammengesetztes Mineral, hauptsächlich aus Orthoklas-, aber auch aus Albit- und Labradoraggregaten bestehend und zuweilen sowohl Kali, als Natron enthaltend.

Die andere Mineralgruppe, die der Hornblende, besteht hauptsächlich aus zwei Arten, aus der Hornblende und aus dem Augit, die von den meisten Mineralogen als sehr verschieden angesehen werden, wogegen einige ausgezeichnete Mineralogen zweifelhaft sind, ob beide Mineralien einer und derselben Species angehören und nur in der Krystallform verschieden sind, wie natürlicher von dem aus dem Schmelzflusse krystallisirter Schwefel.

Die Geschichte der Meinungsveränderungen über diesen Punkt ist sonderbar und lehrreich. Werner unterschied zuerst Augit von Hornblende und sein Vorschlag, beide Mineralien von einander zu trennen, wurde später von Haüy, Mohs und andern berühmten Mineralogen bestätigt. Sie stimmten darin überein, dass die Krystallform, so wie die Theilbarkeit oder Spaltbarkeit, d. h. in den Richtungen, nach denen sie mittelst eines Hammerschlags mit ebe-

Digitized by Google

nen Flächen sich am leichtesten theilen oder spalten, bei beiden verschieden sey. Die chemische Analyse wiess beim Augit etwa 50 Proc. Kiesel, $4\frac{1}{2}$ Thon, $20\frac{1}{2}$ Kalk, 14 Talk und 11 Eisenoxydul, bei der Hornblende etwa $55\frac{1}{4}$ Kiesel, $11\frac{1}{4}$ Kalk, $12\frac{1}{4}$ Talk und 21 Eisenoxydul nach. Manche Hornblendeabänderungen enthalten bis 12 Proc. Thonerde, welche Kieselerde ersetzt. Augit enthält daher mehr Kalk, weniger Thon und auch keine Flusssäure, welche in der Hornblende zuweilen in geringer Menge vorkommt. Ausserdem muss als geologische Thatsache bemerkt werden, dass Augit und Hornblende sehr selten nur mit einander in demselben Gestein vorkommen und dass, wenn dies, wie in einigen neuern Lagern zuweilen der Fall ist, die Hornblende in derjenigen Gesteinmasse erscheint, in welcher die Krystallisation sehr langsam erfolgt seyn muss, während der Augit nur Blasenräume bekleidet, in denen die Krystalle schnell entstanden. Es wurde auch ferner bemerkt, dass in den krystallischen Ofenschlacken Augitformen sehr häufig sind, wogegen die Hornblendekrystalle gänzlich fehlen. Man folgerte daher, dass Hornblende das Resultat einer langsamen und Augit das einer schnellen Abkühlung sey. Diese Ansicht wurde durch die Thatsache bestätigt, dass Prof. Mitscherlich und Berthier im Stande war, den Augit künstlich darzustellen, welches jedoch mit der Hornblende nie gelang. Endlich schmolz G. Rose eine Hornblendemasse in einem Porzellanofen und fand, dass sie beim Abkühlen nicht ihre vorhergehende, sondern fortwährend die Augitform annahm. Derselbe Mineralog entdeckte am Ural Krystalle, welche die äussere Form

Digitized by Google

des Granits und die Theilbarkeit der Hornblende haben.

Wenn aus diesen Daten gefolgert worden ist, dass eine und dieselbe Substanz ohne Unterschied sowohl die Krystallform der Hornblende, als die des Augits annehmen kann, je nachdem die geschmolzene Masse sich mehr oder weniger schnell abkühlt, so ist es dennoch gewiss, dass die gewöhnlich Augit genannte Abänderung, die durch eine eigenthümliche Krystallform erkannt wird, im Allgemeinen mehr Kalk- und weniger Thonerde enthält, als die Hornblende genannte, obgleich die Mengen dieser Grundstoffe nicht immer dieselben zu seyn scheinen. Ohne Zweifel zeigen die oben erwähnten Beobachtungen und Versuche die sehr nahe Verwandtschaft der Hornblende und des Augits; jedoch zeigt vielleicht selbst nicht Verwandelbarkeit der einen in die andere durch Schmelzen und Krystallisiren ihre absolute Gleichheit. Denn es findet sich oft ein Theil von den Stoffen in einem Krystall, die nicht in vollkommener chemischer Verbindung mit dem Uebrigen sind. So nimmt z. B. kohlensaurer Kalk zuweilen eine bedeutende Quantität Kiesel in seine Krystallform mit auf, indem er mechanisch als Sand eingemengt ist und verhindert den kohlensauren Kalk dennoch nicht, die ihm eigenthümliche Form anzunehmen. Dies ist ein ungewöhnlicher Fall, allein in manchen andern kann einer oder mehrere von den Bestandtheilen von vollkommener chemischer Verbindung ausgeschlossen seyn und nach der Schmelzung, wenn die Masse wieder krystallisirt, können sich dieselben Grundstoffe vollkommen oder in neuen Verhältnissen verbinden und es kann daher ein neues Mineral ent-

Digitized by Google

stehen. Oder es kann sich auch irgend eins von den gasigen Elementen der Atmosphäre, z. B. der Sauerstoff, wenn die geschmolzene Materie wieder fest wird, mit irgend einem der Grundbestandtheile verbinden.

Die verschiedenen Mengen der weiter oben angeführten fremdartigen Einmengungen, welche in allen, selbst in den durchsichtigsten und vollkommensten Krystallen vorkommen, mögen zum Theil die abweichenden Resultate erklären, zu denen erfahrene Chemiker durch ihre Analysen ein und desselben Minerals gelangt sind. Der Leser wird finden, dass Mineralien, welche durch ihre physikalischen Kennzeichen, ihre Krystallform und optischen Eigenschaften als einer Gattung oder Species angehörig anerkannt worden sind, nach den Analysen guter Chemiker aus verschiedenen Grundstoffen bestehen. Man überzeugt sich davon, wenn man die verschiedenen Analysen, welche wir von den Granat genannten Mineralien besitzen, überblickt. Diese Abweichung schien zuerst einen störenden Einfluss auf die Lehre zu haben, dass eine bestimmte und stetige Beziehung zwischen der Krystallform und Struktur eines Minerals und seiner chemischen Zusammensetzung statt finde. Jedoch wurde diese anscheinende Anomalie, welche die ganze Mineralogie in Verwirrung zu bringen drohte, durch die Entdeckungen Mitscherlich's in hohem Grade wieder auf feste Grundsätze zurückgeführt. Dieser berühmte Chemiker stellte nämlich fest, dass die dem Anschein nach so veränderte Zusammensetzung der Mineralien von einem allgemeinen Gesetz beherrscht würde, welches er mit dem Namen Isomorphismus (von ισος, gleich, und μορ-

φη, die Gestalt) bezeichnete. Nach diesem Gesetz sind die Bestandtheile einer gegebenen Mineralspecies nicht absolut auf ihre Art und Beschaffenheit beschränkt, sondern es kann ein Bestandtheil durch einen äquivalenten Theil irgend eines andern Bestandtheils ersetzt werden. So im Augit der Kalk zum Theil durch Eisen- und durch Manganoxydul, während Form und Neigungswinkel der Krystalle, so wie Theilungsflächen dieselben bleiben. Diese Vertretung gewisser Elemente kann jedoch bestimmte Grenzen nicht überschreiten.

Nach dieser Abweichung über die neuern Fortschritte der Mineralogie müssen wir hier bemerken, dass der angehende Geolog es sobald als möglich versuchen muss, sich mit den Kennzeichen von wenigstens fünf der am häufigsten vorkommenden einfachen Mineralien, aus denen die Gebirgsarten bestehen, bekannt zu machen. Diese sind Feldspath, Quarz, Glimmer, Hornblende und Kalk. Diese Kenntniss kann aber nicht aus Büchern erlangt werden, sondern erfordert Ansicht der Mineralkörper und die Hilfe eines Lehrers. Es ist sehr gut, das Auge daran zu gewöhnen, das Ansehn der Gesteine unter der Glaslinse kennen zu lernen. Den Feldspath von dem Quarz unterscheiden zu können, ist der wichtigste erste Schritt. Kommen diese Mineralien im körnigen und unkrystallisirten Zustande vor, so darf der Anfänger sich nicht entmuthigen lassen, wenn er nach einiger Uebung sie dennoch nicht mit dem Auge allein zu unterscheiden vermag. Kommt der Feldspath in Krystallen vor, so lässt er sich leicht durch seine Theilbarkeit erkennen; muss aber bei Körnern das Löthrohr angewendet werden, so rundet dies in der Flamme die Kanten ab, woge-

Digitized by Google

gen die des Quarzes unschmelzbar sind. Selten nur dürfte es nothwendig werden, bei der Unterscheidung der verschiedenen Species der Feldspathfamilie, oder bei der des Augits von der Hornblende, das übrigens nicht sehr schwierig zu behandelnde Reflexionsgoniometer anzuwenden, da die weiter oben erwähnten charakteristischen und mit den blossen Augen zu erkennenden Kennzeichen in den meisten Fällen schon hinreichend waren.

Die äussern Charaktere und die chemische Zusammensetzung des Feldspaths sind sehr von denen des Augits und der Hornblende verschieden, so dass sich die vulkanischen Gesteine, in denen das eine oder das andere dieser Mineralien entschieden vorherrscht, leicht erkennen lassen. Nun gibt es aber Gemenge von beiden Mineralien in jedem möglichen Verhältniss, indem die Masse zuweilen ausschliesslich aus Feldspath, oder zu einer andern Zeit blos aus Augit, oder auch aus beiden in gleichem Verhältniss besteht. Hin und wieder findet man die beiden äussersten Grade und alle dazwischen liegenden in einer zusammenhängenden Masse. Jedoch herrschen gewisse Abänderungen oder Gemenge so bedeutend in der Natur vor und behalten eine so grosse Gleichförmigkeit des Ansehns und der Gemengtheile, dass es von grossem Nutzen für die Geologie ist, sie als besondere Felsarten anzusehen und sie mit bestimmten Namen, als Basalt, Grünstein, Trachyt und andern bereits erwähnten zu bezeichnen, von denen wir hier die wichtigern kurz beschreiben wollen. Alle die verschieden benannten, alle die so unendlich verschiedenartigen Abänderungen der vulkanischen Gesteine aufführen zu wollen, würde viel zu weit führen.

Digitized by Google

Basalt. — Als ein Beispiel von Gesteinen, in denen Augit grösstentheils vorherrscht, muss der Basalt zuerst erwähnt werden.. Obgleich wir mit diesem Ausdruck mehr bekannt sind, als mit irgend einer andern Trappart, so hält es doch schwer, ihn gehörig zu erklären, da der Name so schwankend angewendet worden ist. Man hat jedes Trappgestein von schwarzer, bläulicher oder bleigrauer Farbe und von gleichartiger und dichter Textur Basalt genannt. Genauer genommen besteht er aus einem innigen Gemenge von Augit, Feldspath und Eisen, in welchem oft Olivin, ein olivengrünes Mineral in Körnern oder Nestern zerstreut liegt. Das Eisen erscheint gewöhnlich als Magneteisenstein und ist auch oft von einem andern Metall, dem Titan begleitet. Augit ist der vorherrschende Gemengtheil, da der Feldspath in weit geringerer Menge vorkommt. Es ist aber gar keinem Zweifel unterworfen, dass manche feinkörnige und dunkelfarbige Basalt genannte Trappfelsarten statt des Augits Hornblende enthalten, allein dies hat nach den obigen Bemerkungen nur eine geringe Wichtigkeit. Zuweilen findet man auch noch andere Mineralien in dem Basalt und derselbe geht unmerklich in fast alle andere Trappgesteine, hauptsächlich in Grünstein, Klingstein und Wacke über, die wir jetzt beschreiben werden.

Die Wacke ist eine dichte, innig gemengte, bisweilen ganz gleichartig aussehende Basaltmasse von mattem erdigen Bruch.

Diorit *) (Grünstein im engern Sinn),

*) G. Rose in Poggendorf's Annalen, Band 38, S. 1 etc.

Digitized by Google

ein körniges Gemenge von Albit und Hornblende. Die Spaltungsflächen des erstern sind im Allgemeinen nie so vollkommen, als die der letztern, zuweilen muss man sie schon sorgsam aufsuchen, da dann ein kleinsplittriger Bruch vorherrscht. Der Albit ist weiss, nicht selten schön grünlichweiss, gewöhnlich nur durchscheinend. Die Hornblende ist deutlich theilbar, grünlichschwarz bis schwärzlichgrün und undurchsichtig. Als zufällige Gemengtheile finden sich in dem Diorit Quarz, Glimmer, Schwefelkies und Magneteisenstein. Die gegenseitigen Mengenverhältnisse, in welchen sich die Hauptgemengtheile in dem Diorit finden, sind verschieden. Gewöhnlich herrscht der eine oder der andere vor, gewöhnlich die Hornblende, in welchem Falle die Diorite ein schwärzliches Ansehn haben. Eben so verschieden ist auch die Grösse des Korns; zuweilen ist das Gemenge sehr grobkörnig und die Hornblende hin und wieder über zollgross, häufiger ist das mittlere Korn, zuweilen sehr feinkörnig bis dicht.

Hornblendegestein ist ein ganz oder hauptsächlich aus körniger Hornblende bestehender Grünstein.

Dolerit ist ein körniges Gemenge aus Labrador und schwarzem Augit, welches mit dem Basalt vorkommt.

Syenitischer Grünstein oder syenitischer Diorit ist ein sehr krystallinisches Gemenge von Feldspath oder Albit und Hornblende mit granitischer Textur und zuweilen mit eingemengtem Quarz. Häufig geht er auf der einen Seite in gewöhnlichen Trapp und auf der andern in Granit über.

Digitized by Google

Hypersthenfels ist ein körniges Gemenge von Labrador und Hypersthen. Letzterer ist ein nach zwei Richtungen spaltbares Mineral, welches von den meisten Mineralogen als eine eigenthümliche Gattung und von einigen als eine Abänderung des Augits angesehen wird. Seine Farbe ist schwärzlichbraun bis grünlichschwarz und er besteht aus 54 Procent Kiesel, 24½ Eisenoxyd, 14 Talkerde, 2¼ Thon, 1½ Kalk. Zuweilen sind die körnigen Zusammensetzungsstücke des Hypersthens an den Grenzen gegen den Labrador, oder an den Rändern kleiner Risse, die jenen durchziehen, mit grünlichschwarzer Hornblende regelmässig verwachsen. Als unwesentliche Gemengtheile finden sich in dem Gestein Olivin, Glimmer, Apatit, Titaneisen und Schwefelkies.

Gabbro oder Euphodit ist ein dem vorigen sehr verwandtes körniges Gemenge aus Labrador und Diallag, welcher letzterer eine Abänderung des Augits ist. Er hat hauptsächlich zwei Theilungsrichtungen, trübgrüne, graue und braune Farbe, auf der einen Theilungsfläche metallischen Perlmutterglanz und besteht aus 52 Proc. Kiesel, 17¾ Kalk, 18 Talk, 8¾ Eisen- und Manganoxydul und 2½ Thon. Die ausserwesentlichen Gemengtheile sind Glimmer, Schwefelkies, Titaneisen und häufig in einigen Abänderungen Serpentin. Gewöhnlich ist das Gemenge grobkörnig.

Serpentin, ebenfalls ein Trappgestein, grünlich von Farbe und ein Gemenge aus Diallag und dem Serpentin genannten einfachen Mineral, welches aus 43½ Proc. Kiesel, 43¾ Talk und 17¾ Wasser besteht. Auch Talk und Speckstein kommen eingemengt vor.

Digitized by Google

Trachyt, ein porphyrartiges Gestein, von weisslicher oder graulicher Farbe, welches hauptsächlich aus glasigem Feldspath mit einliegenden Krystallen desselben, gewöhnlich mit etwas Hornblende und Titaneisen und hin und wieder auch mit Quarzkrystallen besteht. In den Gemengtheilen ist er sehr verschieden von dem Basalt, indem dieser ein augitisches, jener ein feldspathartiges Gestein ist. Er lässt sich sehr rauh anfühlen und daher der Name von τραχυς, rauh.

Porphyr nennt man eine gewisse Form von Felsarten, die den vulkanischen Formationen sehr charakteristisch sind. Wenn mehr oder weniger deutliche Krystalle von einem oder von mehrern Mineralien in einer erdigen oder dichten Hauptmasse liegen, so heisst das Gestein ein Porphyr (s. Fig. 87). Man hat auf diese Weise mehrere Arten von Porphyr, von denen wir die wichtigsten nennen wollen. So ist Trachyt porphyrartig, denn es liegen in ihm, wie wir schon bemerkten und so wie auch in manchen neuern Lavafeldspathkrystalle. — Der **Diorit-** oder **Grünsteinporphyr** besteht aus einer Hauptmasse mit inliegenden Albit- und Hornblendekrystallen; — der **Augitporphyr** oder **Melaphyr**, eine dichte, aus Augit und Labrador innig gemengte Grundmasse mit inliegenden Augit- und Labradorkrystallen; — **Feldsteinporphyr**, dichte, mit mehr oder weniger Quarz innig gemengte Hauptmasse mit Feldspath- und häufig auch mit Quarzkrystallen. Bei vorherrschendem Quarz in der Grundmasse nennt man das Gestein auch **Hornsteinporphyr**. — Erscheint die feldsteinartige Grundmasse zersetzt,

Digitized by Google

so nennt man das Gestein auch wohl Thonsteinporphyr.

Zu den Porphyren gehört auch eigentlich der Klingstein oder Phonolith, der aus einer Grundmasse von dichtem Feldspath innig gemengt mit mehr oder weniger Mesotyp besteht, welche einzelne Feldspathkrystalle umschliesst.

Mandelstein, eine andere Form feuriger Gesteine, die jede Verschiedenheit der Zusammensetzung gestattet. Man versteht darunter jedes Gestein, in welchem runde oder mandelförmige Einschlüsse von irgend einem Mineral, wie Achat, Kalzedon, Kalkspath, oder irgend eine Zeolithgattung liegen. Die Hauptmasse ist Wacke, Basalt, Grünstein, oder eine andere Trappart. Der Name ist von dem griechischen αμυγδαλα, eine Mandel, entlehnt. Der Ursprung dieser Struktur ist nicht zweifelhaft, denn wir können den Process seiner Bildung in neuen Laven verfolgen. Durch die in der geschmolzenen Materie eingeschlossenen Dämpfe und Gase werden kleine Blasenräume hervorgebracht. Nach oder während des Festwerdens werden diese leeren Räume nach und nach von den sich aus der Masse ausscheidenden, oder mittelst Wasser, welches durch das Gestein dringt, einfiltrirten Substanzen ausgefüllt. Da diese Blasenräume zuweilen durch das Fliessen der Lava, ehe sie sich abkühlte, verlängert worden sind, so erlangen die Ausfüllungen solcher Höhlungen die Form von Mandeln. In manchem mandelsteinartigen Trapp, in welchem die Mandeln zersetzt worden sind, haben die leeren Blasenräume einen glänzenden oder glasigen Ueberzug und gleichen in dieser Hinsicht schlackigen

Digitized by Google

Laven oder Ofenschlacken. Fig. 88 ist ein Stück basaltischer Lava, entnommen von dem obern Theil eines Stroms in der Auvergne. Die eine Hälfte ist schlackig, die Blasenräume sind vollkommen leer, die andere Hälfte aber ist mandelsteinartig und die Blasenräume sind meistentheils mit kohlensaurem Kalk ausgefüllt, die weisse Kerne bilden.

Schlacken und Bimsstein müssen zunächst als poröse, durch die Einwirkung der Gase auf die durch vulkanische Hitze geschmolzenen Substanzen betrachtet werden. Schlakken haben gewöhnlich eine röthlichbraune und schwarze Farbe und sind die Cinders und Schlakken basaltischer oder augitischer Laven. Bimsstein ist eine leichte, schwammige, fasrige Substanz, welche durch die Einwirkung der Gase auf trachytische und andere Laven hervorgebracht worden ist. Uebrigens ist das Verhältniss seiner Entstehung zu den Bestandtheilen der Laven noch nicht gehörig erkannt. L. v. Buch bemerkt, dass er da nicht vorkomme, wo blos Labrador vorhanden sey.

Lava. — Dieser Ausdruck hat eine etwas schwankende Bedeutung, indem er auf alle geschmolzenen Materien, die stromweis aus vulkanischen Kraterien hervorgebrochen sind, angewendet wird. Erhärtet die Materie in der freien Luft, so ist der obere Theil gewöhnlich schlakkig, nach innen zu, oder in dem Verhältniss der langsamern Abkühlung unter grösserm Druck, wird die Masse steinartiger. Am Boden eines Lavastroms kommt aber sehr häufig eine geringe Lage von schlackiger Lava vor, welche durch die erste dünne Schicht der flüssigen Materie, die oft dem Hauptstrome vor-

Digitized by Google

ausgeht, oder durch Berührung mit Wasser in oder auf feuchtem Boden gebildet worden ist.

Die dichtern Laven sind oft porphyrartig und selbst die schlackigen Theile enthalten zuweilen unvollkommene Krystalle, die von gewissen ältern Gesteinen, in denen vorher Krystalle enthalten, die aber wegen grösserer Unschmelzbarkeit nicht geschmolzen waren, entlehnt sind.

Obgleich die die Krater ausfüllenden geschmolzenen Materien, so wie die in die Spalten seiner Wände eindringenden Lava genannt werden, so wird der Ausdruck doch mehr auf diejenigen Massen angewendet, welche in die freie Luft ausströmten, oder die sich auf den Boden des Meeres oder eines Sees ergossen. Hat dieselbe Flüssigkeit nicht die Oberfläche erreicht, sondern ist sie in Spalten unter derselben eingedrungen, so nennt man sie Trapp.

Die Lava zeigt eine grosse Verschiedenheit in ihrer Zusammensetzung; manche ist trachytisch, wie am Pic von Teneriffa; sehr viele basaltisch, wie am Vesuv und in der Auvergne, andere doleritisch, wie die in Chili. Einige der neuern Laven des Vesuvs bestehen aus grünem Augit und manche derer vom Aetna aus Augit und Labrador. — Sehr feldspathreiche Laven von bleigrauer und grünlicher Farbe, die in der Mitte zwischen basaltischen und trachytischen stehen, nennt man auch wohl Graustein.

Pechstein ist eine glasartige Lava, jedoch minder glasig, als Obsidian, von schwärzlichgrüner Farbe und pechartigem Ansehn. Seine Zusammensetzung ist sehr verschieden, besteht aber gewöhnlich aus Feldspath und Augit. Er geht in Basalt über und kommt gangartig vor,

Digitized by Google

indem er zuweilen die äussern Wände der Basaltgänge bildet. Zuweilen umschliesst der Pechstein Feldspathkrystalle und ist dann porphyrartig.

Obsidian ist eine dichte, glasige, schwarze Lavamasse, die theils durch Feldspathkrystalle porphyrartig, theils durch Blasenräume porös wird.

Perlstein ist eine dichte, feldspathartige Masse mit Perlmutterglanz und Ansehn, von grob- bis feinkörniger Absonderung; die Körner sind wiederum concentrisch-schalig.

Trapp-Tuff, vulkanischer Tuff. — Kleine eckige Bruchstücke von den oben erwähnten Schlacken und Bimsstein, so wie der Staub derselben, welcher bei vulkanischen Ausbrüchen entstanden ist, bilden die Tuffe, die in den Gegenden thätiger Vulkane so häufig sind, wo Schauer von diesen Materien, nebst kleinen Stückchen anderer Gesteine von dem Krater ausgeworfen werden und auf das benachbarte Land oder in das Meer fallen. Hier werden sie oft mit Muscheln vermengt und nehmen eine geschichtete Struktur an. Solche Tuffe sind oft mit einem kalkigen Cement verbunden und bilden ein sehr politurfähiges Mineral. Aber selbst dann, wenn nur wenig Kalk vorhanden ist, verbinden sich die Materialien des gewöhnlichen Tuffs leicht mit einander.

Ausser den Eigenthümlichkeiten ihrer Gemengtheile unterscheiden sich die Tuffe oder vulkanischen Sandsteine, wie sie ebenfalls genannt worden sind, von dem gewöhnlichen Sandstein durch das Eckige ihrer Körner. Sind die Bruchstücke gross, so nennt man das Gestein eine vulkanische Breccie. Tuff-

Digitized by Google

artige Konglomerate entstehen aus der Vermengung runder Geschiebe von vulkanischen und andern Gesteinen mit Tuff.

Nach Hrn. Scrope beschränken die italienischen Geologen die Benennung Tuff oder *Tufa* auf feldspathartige Gemenge und auf die hauptsächlich aus Bimmstein bestehenden und wenden für basaltische Tuffe den Namen *Peperino* an. — *Puzzolana* und *Trass* sind auch noch Benennungen für den Tuff, von denen erstere in Italien und letztere am Niederrhein angewendet wird.

Man findet zuweilen ausserordentlich dichte Lager von vulkanischen Materialien, die den versteinerungsführenden eingelagert und dem in Gängen vorkommenden Trapp sehr ähnlich sind. Es mögen dieselben, ihrer Dichtigkeit ohnerachtet, Tuffe seyn. Der chokoladenfarbene Schlamm, der mehrere Wochen hinter einander aus dem Krater der 1831 im mittelländischen Meer entstandenen Grahamsinsel ausgeworfen wurde, muss, unvermengt mit andern Materialien, ein Gestein gebildet haben, welches schwerer als Granit war. Jeder Kubikfuss von dem feinen Staube, welcher tagelang bei einigen neuern Eruptionen aus der Atmosphäre herabgefallen, wog, ohne dass man ihn zusammendrückte, eben so viel, wie gewöhnliche Trappgesteine von fast gleicher mineralischer Zusammensetzung.

Die feurigen Felsarten sind im Allgemeinen leichtflüssiger als die übrigen, da sie viel alkalinische Materien und Kalk enthalten, die als Fluss für die grosse Menge der Kieselerde dienen, welche ausserdem sehr strengflüssig ist.

Bemerkenswerth ist es, dass, ohnerachtet dieses bedeutenden Kieselerdegehalts in den vul-

Digitized by Google

kanischen Gesteinen, dennoch kein Quarz oder nur wie der Glimmer zufällig in denselben vorkommt. Die Grundstoffe des Glimmer sowohl, als die des Quarzes, kommen in Lava und Trapp vor, allein die Umstände, unter denen diese Gesteine gebildet worden, sind der Entstehung von Glimmer und Quarz, Mineralien, welche für die hypogenen Formationen so charakteristisch, offenbar ungünstig.

Achtes Kapitel.

Vulkanische Gebirgsarten — Fortsetzung.

Nachdem wir in dem vorhergehenden Kapitel von der Zusammensetzung und dem mineralogischen Charakter der vulkanischen Felsarten gesprochen haben, wollen wir uns nun zunächst zu den Lagerungsverhältnissen, unter denen sie in der Erdrinde vorkommen und zu ihren äussern Formen wenden. Die Hauptarten, wie Basalt, Grünstein, Trachyt, Porphyr und die übrigen, kommen zuweilen auf Gängen *(Dikes)* vor, welche geschichtete und ungeschichtete Gesteine durchsetzen, zuweilen in formlosen Massen, welche dieselben durchbrochen haben oder auf denselben liegen, oder in horizontalen, zwischen die Schichten geschobenen Lagen.

Vulkanische Gänge. — Wir haben bereits bemerkt, dass in allen Felsarten Spalten von geringerer oder grösserer Weite und

Digitized by Google

oft mit Erde oder mit eckigen Gesteinstücken oder mit Sand und Geschieben ausgefüllt vorkommen. Nehmen wir nun an, dass statt solcher Materialien Massen von geschmolzenem Gestein in die offene Spalte getrieben und daselbst fest geworden sind, so haben wir eine tafelartige Masse, die einer Mauer oder einem Damme gleicht und ein Trappgang (*Trap-dike* — wörtlich Trappdamm —) genannt worden ist. Es ist nichts Ungewöhnliches, dass solche Gänge weiche Materialien, wie Tuff oder Schieferthon durchsetzen, die alsdann durch das Meer, durch Flüsse oder atmosphärische Wasser weggeführt worden sind, in welchem Falle der aus weit festerm Gestein bestehende Gang an steilen Felswänden (wie Fig. 89 zeigt), oder über einer ebenen Gegend hervorsteht.

Auf den Inseln Arran, Sky und an andern Punkten Schottlands, wo Sandsteinkonglomerat und andere harte Felsarten von Trappgängen durchsetzt werden, sieht man die entgegengesetzte Erscheinung. Da sich der Gang schneller zersetzt hat, als das denselben umschliessende Gestein, so hat er die ursprüngliche Spalte auf mehrere Fuss Länge, von der Küste ab nach dem Inlande zu, offen gelassen, wie die Fig. 90 zeigt. Obgleich in diesen Fällen der Grünstein des Ganges gewöhnlich härter und fester ist, als der Sandstein, so haben doch chemische Einwirkung und hauptsächlich die Oxydation des Eisens eine schnellere Zersetzung herbeigeführt.

Auf Arran und an andern Punkten Schottlands, wo die Gesteinschichten mit dem Gang in Berührung kommen, sind jene auf eine gewisse Entfernung dadurch erhärtet, so dass sie der Einwirkung der Atmosphärilien mehr wider-

Digitized by Google

stehen, als der Gang selbst, oder das umgebende Gestein. In diesem Falle stehen zwei parallele Mauern von hartem Gestein über die allgemeine Ebene einer Gegend hervor.

Da die Spalten zuweilen Verzweigungen haben, oder sich in zwei oder mehrere Spalten von gleicher Grösse theilen, so finden wir auch gegabelte und verzweigte Trappgänge, die zuweilen Windungen haben, obwohl dies mehr im Granit, als im Trapp der Fall ist. Die Abbildung Fig. 91 stellt einen Theil des Meeresgestades in der schottischen Provinz Argyleshire vor, wo von einer aufgelagerten Trappmasse b einige Gänge oder Trümmer ablaufen, die sich in einiger Entfernung von der Hauptmasse endigen oder auskeilen. Ein anderer Trappgang a a durchsetzt sowohl den Kalkstein c, als auch den Trapp b.

Fig. 92 ist der Grundriss eines sich gabelnden Grünsteinganges in Sandstein, den ich an der Küste bei Schloss Kildonan auf Arran beobachtete. Der stärkere Arm ist 7 Fuss mächtig, welches einen Maasstab für das Ganze gibt.

Auf den Hebriden und in andern Gegenden, wo dieselben Trappmassen, welche weit und breit die Oberfläche bedecken und die unterliegenden geschichteten Gebirgsarten verbergen, beobachtet man jene auch, wie Fig. 93 zeigt, an den Meeresgestaden nach unten zu in Gängen auslaufend, die sich in einer grössern Tiefe wahrscheinlich mit andern feurigen Gesteinmassen vereinigen. Der mächtigste von den auf Fig. 93 dargestellten Gängen, den man auch zum Theil auf der Küste von Sky wahrnehmen kann, ist nicht weniger als 100 Fuss breit.

Digitized by Google

In diesen Gängen wird zuweilen jede Abänderung des Trapps gefunden, so Basalt, Grünstein, Feldspathporpyhr und seltner Trachyt. Auch mandelsteinartige Felsarten und selbst Tuff und Breccie kommen auf diese Weise vor, indem die Gemengtheile dieser letztern in offene Spalten auf dem Meeresboden gewaschen, oder während Ausbrüchen auf dem Lande, in Gestalt von Regenschauern aus der Luft in dieselben gefallen seyn können.

Einige Trappgänge können meilenweit ununterbrochen in einer fast geraden Richtung verfolgt werden, wie im Norden von England, welches beweisst, dass die von ihnen ausgefüllten Spalten eine ausserordentliche Länge gehabt haben müssen.

Gänge, welche in der Mitte krystallinischer sind. — In manchen Fällen ist der Trapp an den Wänden der Gänge minder krystallinisch oder erdiger, als in der Mitte. Dies rührt daher, dass sich die geschmolzene Materie, wenn sie mit den kalten Wänden der Spalte in Berührung kam, schneller abgekühlt hat, wogegen sie in der Mitte länger flüssig, oder in einem weichen Zustand erhalten wurde und die Krystalle sich daher langsamer bildeten. In dem ältern Theile des Vesuv findet man ein dünnes Band (sogen. Sahlband) von halb verglaster Lava an den Wänden einiger Gänge; so an der Grenze von Grünsteingängen mit Kalkstein zuweilen ein Sahlband von Serpentin.

An dem linken Ufer des Christianiafiords in Norwegen durchsetzt ein merkwürdiger Gang von syenitischem Grünstein die Uebergangsschichten, bis er am Vorgebirge von Mäsodden

Digitized by Google

in Glimmerschiefer eindringt. Fig. 94 stellt einen Grundriss dar, auf welchem der Gang acht Schritt mächtig erscheint. In der Mitte ist er sehr krystallinisch und granitartig, von röthlicher Farbe und mit einigen Glimmerkrystallen. Gegen den weisslichen Glimmerschiefer sticht er sehr ab und zwischen demselben und dem syenitartigem Gestein zeigt sich gewöhnlich zu beiden Seiten ein deutliches schwarzes 18 Zoll breites Sahlband von dunklem Grünstein. Auf den ersten Blick erscheinen diese Sahlbänder als zwei begleitende Gänge, allein sie sind wirklich nur eine andere Form, welche die syenitischen Materien in der Nähe oder in Berührung mit dem Glimmerschiefer angenommen haben. An einem Punkte bei a verschwindet eins von den Sahlbändern auf eine gewisse Strecke; allein in der Nähe liegt in dem Gang ein grosser einzelner Block b mit einer gneisartigen Struktur und aus Hornblende und Feldspath bestehend. Rings herum ist der Block von einem dunkeln Basalt oder feinkörnigem Grünstein, der dem der Sahlbänder gleicht, etwa einen Zoll stark umgeben.

Diese Thatsache, dass ein fremder Körper, wie b, Fig. 94, der von irgend einem darunter liegenden Gestein, oder von den Wänden der Spalte abgerissen, vorkommt, ist durchaus nicht ungewöhnlich. Eine schöne Erläuterung dieses Satzes beobachtet man in einem 10 Fuss mächtigen Grünsteingang, in den nördlichen Vorstädten von Christiania in Norwegen, wovon Fig. 95 einen Grundriss gibt. Der Gang durchsetzt Schiefer, der durch seine Versteinerung als zur Uebergangs- oder silurischen Reihe gehörig angesehen werden muss. In der schwar-

zen Hauptmasse des Grünsteins liegen eckige und abgerundete Gneisstücke, von denen einige weiss, andere hell fleischroth und ohne irgend ein blättriges Gefüge, wie Granit, andere aber blättrig sind. Die verschiedenen und oft entgegesetzten Richtungen dieses Blättergefüges zeigen, dass die 1 bis 8 Zoll im Durchmesser haltenden Bruchstücke ohne alle Ordnung in der Matrix zerstreut worden sind.

Durch vulkanische Gänge veränderte Gesteine. — Nach diesen Bemerkungen über die Form und die Bestandtheile der Gesteingänge wollen wir nun zu der Beschreibung der Veränderungen übergehen, welche sie zuweilen an den mit ihnen in Berührung stehenden Gesteinen hervorbringen. Die Veränderungen sind gewöhnlich von der Art, wie die heftige Hitze geschmolzener Materien und die entweichenden Gase sie hervorzubringen erwarten lassen.

Ein sehr bemerkenswerthes Beispiel zeigt sich bei Plas-Newydd auf der Insel Anglesea. Der Gang ist 134 Fuss mächtig und besteht aus Dolerit (Feldspath und Augit). Die Schichten von Schieferthon und thonigem Kalkstein, welche er senkrecht durchsetzt, sind bis auf eine Entfernung von 30 und an einigen Punkten bis auf 35 Fuss von dem Gange verändert. Der Schieferthon wird in der Nähe des Trapps nach und nach dichter und an den Verbindungsebenen ist er ganz hart. Er büsst daselbst einen Theil seiner schiefrigen Struktur ein, allein seine Trennung in parallele Lagen ist noch erkennbar. An mehrern Punkten ist der Schieferthon in harten Porzellanjaspis verwandelt. In den härtesten Theilen der Masse sind die fos-

Digitized by Google

silen Muscheln, namentlich *Productae* fast gänzlich verschwunden und nur ihre Abdrücke können häufig noch verfolgt werden. Der thonige Kalkstein erleidet ähnliche Veränderungen, er verliert in der Nähe des Ganges seine erdige Textur und wird körnig und krystallinisch. Die merkwürdigste Erscheinung ist aber die, dass in dem Schieferthon zahlreiche Analcime- und Granatkrystalle vorkommen, die ganz deutlich auf die Theile des Gesteins beschränkt sind, auf welche der Gang eingewirkt hat. Granaten sind auch unter ähnlichen Umständen in von Basalt verändertem Schieferthon und Kalkstein zu High Teesdale in England beobachtet worden.

In mehrern Theilen der Grafschaft Antrim im nördlichen Irland ist Kreide mit Feuersteinen von Basaltgängen durchsetzt, wodurch jene in der Nähe von diesen in körnigen Marmor verändert worden ist. Diese Umwandlung dehnt sich oft bis auf 8 oder 10 Fuss Entfernung von dem Gang aus, ist in der Nähe des Berührungspunktes am stärksten und vermindert sich von da ab. Die stärkste Einwirkung hat einen dunkelbraunen krystallinischen Kalkstein hervorgebracht, dessen Krystalle sich schichtenweis zeigen und so gross, wie die des grobkörnigen primitiven oder metamorphischen Kalksteins sind. Darauf folgt ein körniger und dann ein feinkörniger oder sandsteinartiger Kalkstein, dem wiederum eine dichte Abänderung von porcellanartigem Ansehn und bläulichgrauer Farbe folgt. Dieser wird noch weiter hin gelblichweiss und verzieht sich unmerklich in die unveränderte Kreide. In den veränderten Theilen des Gesteins nehmen die Feuersteine gewöhnlich eine gelblichgraue Farbe an. In dem am meisten kry-

Digitized by Google

stallinischen Theile des Kalksteins sind alle Spuren organischer Reste verschwunden.

Fig. 96 stellt drei Basaltgänge dar, welche die Kreide durchsetzen und sämmtlich innerhalb einer Entfernung von 90 Fuss vorkommen. In der Nähe der Gänge ist die Kreide in einen feinkörnigen Marmor mm verwandelt. Der Unterschied in der Farbe und in dem Bestandtheile der Gangmasse und des von derselben durchsetzten Gebirgsgesteins macht die Erscheinung besonders deutlich und interessant.

Ein anderer von den Gesteingängen im nordöstlichen Irland hat eine Masse von rothem Sandstein in Hornstein verwandelt. Durch eine andere ist der Schieferthon der Steinkohlenformation erhärtet und hat das Ansehn von Kieselschiefer angenommen; und an einem andern Orte hat der Schieferthon des Lias dieselbe Umwandlung erlitten, jedoch enthält dieser Kieselschiefer noch viele Ammonitenabdrücke.

Man könnte annehmen, dass Steinkohlenflötze wegen ihrer brennbaren Beschaffenheit in hohem Grade von der Berührung mit geschmolzenen Gesteinen angegriffen werden würden. Wirklich verwandelt einer der Grünsteingänge in der Grafschaft Antrim, der ein Steinkohlenflötz durchsetzt, die Kohlen auf eine neun Fuss weite Strecke zu beiden Seiten in Cinder.

Zu Cockfield Fell im nördlichen England hat man eine ähnliche Veränderung wahrgenommen. Stücke, die etwa 100 Fuss von dem Trapp weggenommen worden, sind von gewöhnlichen Steinkohlen nicht zu unterscheiden; die dem Gange näher befindlichen haben den Charakter von Koaks angenommen, während die

Digitized by Google

in der Berührung mit ihm vorkommenden in eine russartige Substanz verwandelt worden sind.

Es könnten noch sehr viele Beispiele angeführt werden, jedoch müssen wir uns noch auf einige wenige beschränken. Das Gestein vom Schloss Stirling im südlichen Schottland, ist ein kalkiger Sandstein, der durch eine Grünsteinmasse, die offenbar im geschmolzenen Zustande in die Schichten eingedrungen, gebrochen und verworfen worden ist. Der Sandstein ist erhärtet und hat in der Nähe des Grünsteins eine hornsteinartige Textur erlangt. Am Arthurs Sitz und zu Salisbury Craig bei Edinburg ist ein mit Grünstein in Berührung kommender Sandstein in ein jaspisartiges Gestein verwandelt.

Auf der Insel Sky sind die Sandsteine an mehrern Punkten, wo sie mit Massen und Gängen von Trapp in Berührung kommen, in festen Quarz verwandelt worden; und ein in der Nähe von Trappmassen unter den Kohlenflötzen von Fife in Schottland gefundenes Quarzlager, war ohne Zweifel eine Schicht gewöhnlichen Sandsteins, welche durch Einwirkung der Hitze erhärtet und darauf in eine Quarzfelsmasse umgewandelt worden ist.

Obgleich nun aber die Schichten in der Nachbarschaft von Gängen in sehr vielen Fällen verändert worden sind, wie Schieferthon in Kieselschiefer oder Jaspis, Kalkstein in krystallinischen Marmor, Sandstein in Quarz, Steinkohlen in Koaks und obgleich ferner die fossilen Reste aller solchen Schichten gänzlich oder zum Theil vertilgt worden sind, so ist es durchaus nichts Ungewöhnliches, dieselben Felsarten, selbst in denselben Gegenden, in der Nähe der vulkanischen Gänge, durchaus unverändert zu finden.

Digitized by Google

Diese grosse Verschiedenheit in der Einwirkung der feurigen Gesteine mag oft von einer ursprünglichen Verschiedenheit in ihrer Temperatur und in der der entweichenden Gase, so wie es in verschiedenen oder selbst in einem und demselben Lavastrom in der Nähe seiner Quelle und weit davon entfernt der Fall ist, herrühren. Auch die die Wärme leitende Kraft der durchbrochenen Gesteine mag nach ihren Gemengtheilen, ihrer Struktur und den Brüchen, welche sie erfahren haben und vielleicht auch nach der Grösse ihres Wassergehalts (der so leicht zu erhitzen ist) verschieden seyn. In einigen Fällen mögen die Gemengtheile in solchen Verhältnissen zu einander vorkommen, dass sie leicht eine chemische Verbindung eingehen und neue Mineralien bilden, während in andern Fällen die Masse gleichartiger oder die Verhältnisse der Gemengtheile von der Art seyn können, dass sie eine geringere Neigung zu solcher Verbindung haben.

Wir müssen daher berücksichtigen, dass eine Spalte nur ganz einfach mit Lava angefüllt werden kann, die sich sogleich abzukühlen beginnt, wogegen in andern Fällen durch die Spalte Tage und Monate lang Ströme von geschmolzenen Materien emporsteigen und auf diese Weise Ströme speisen können, welche die umliegende Gegend bedecken, oder in der Gestalt von Schlakken von einem Krater ausgeworfen werden. Wurden ausserdem die Wände der Spalte vor dem Emporsteigen der Lava von Dämpfen erhitzt, so wie wir wissen, dass es an den Abhängen der Vulkane der Fall ist, so wird die auch von der Gangmasse und ihren Gasen entwickelte Hitze die Wirkung noch erhöhen.

Digitized by Google

Eindringen von Trapp zwischen Schichten. — Zum Beweise der mechanischen Kraft, welche der flüssige Trapp zuweilen auf die Gesteine ausgeübt hat, in die er eingedrungen ist, führen wir ein Beispiel von dem Whin-Sill in der engl. Provinz Durham an, wo eine 60 bis 80 Fuss hohe Basaltmasse a, Figur 97, zum Theil zwischen das Kalkgestein b und den Schieferthon c eingekeilt worden ist, welche letztere von der grossen Kalkstein- und Schieferthonmasse d, mit der sie verbunden waren, getrennt sind. Der Schieferthon ist an diesem Punkt erhärtet und der in einiger Entfernung von dem Trapp blaue und fossile Korallen enthaltende Kalkstein ist dort in versteinerungsleeren körnigen Marmor verwandelt.

Nicht selten findet man Trappmassen zwischen Schichten eingekeilt und auf ausgedehnten Oberflächen ihren Parallelismus mit den Schichtungsebenen beibehalten. Sie müssen an manchen Stellen seitwärts zwischen die Abtheilungen der Schichten eingedrängt worden seyn, indem in dieser Richtung der geringste Widerstand gegen eine fortschreitende Flüssigkeit statt fand, wenn nicht senkrechte Spalten mit der Oberfläche in Verbindung standen und ein mächtiger hydrostatischer Druck durch die die Lava emportreibenden Gase veranlasst wurde.

Säulen- und kugelförmige Struktur oder Absonderung. — Eine sehr charakteristische Gestaltung der vulkanischen Gesteine, besonders des Basalts, ist das Säulenförmige, wobei grosse Massen in regelmässige Prismen, die zuweilen sehr leicht zu trennen, in andern Fällen aber auch fest zusammen hängen, getheilt worden sind. Die Säulen sind in

Digitized by Google

der Anzahl der Seiten verschieden und es gibt drei- bis zwölfseitige; gewöhnlich sind doch aber nur fünf bis sieben Seiten vorhanden. Sie sind oft der Quere nach in fast gleichen Entfernungen wie aus mehrern Stücken gebildete Säulenschäfte getheilt und gegliedert, wovon die Basalte des Riesenwegs in Irland ein recht schönes Beispiel liefern. Länge und Durchmesser der Säulen sind verschieden; auf der Insel Sky fand man einige von 400 Länge und am Moryon andere, die nicht länger als einen Fuss sind. Gewöhnlich sind sie gerade, zuweilen aber auch gekrümmt, wie die mächtige Basaltmasse auf der Insel Staffa zeigt. In einem horizontalen Lager oder einer horizontalen Trappmasse sind die Säulen senkrecht; in einem senkrechten Gange sind sie horizontal. Unter mehrern andern Beispielen von der letzterwähnten Erscheinung ist das sogenannte Kamin, eine Basaltmasse auf der Insel St. Helena, wovon Fig. 98 eine Abbildung gibt, besonders bemerkenswerth. Es ist dies eine Säule von hexagonalen Prismen, 64 Fuss hoch und offenbar der Rest von einem schmalen Gang, dessen Nebengestein, welches er ursprünglich durchsetzte, bis zu dem Meeresspiegel entfernt worden ist. Fig. 99 zeigt einen kleinen Theil dieses Ganges nach einem grössern Maasstabe.

Man muss annehmen, dass sich der säulenförmige Trapp aus einem flüssigen Zustand abgekühlt habe, und man behauptet, dass die Prismen stets rechtwinklich auf den abkühlenden Oberflächen stehen. Sind daher diese letztern, statt horizontal oder senkrecht zu seyn, gekrümmt, so müssen die Säulen unter jedem Winkel zum Horizont geneigt seyn. Ein sehr

Digitized by Google

schönes Beispiel dieser Erscheinung findet man in einem der Thäler des Vivarais, einer Gebirgsgegend des südlichen Frankreichs, wo der Geolog mitten im Gneis ganz unerwartet verschiedene vulkanische Kegel von losem Sand und von Schlacken findet. Aus dem Krater eines dieser Kegel, *La Coupe d'Ayzac* genannt, kommt ein Lavenstrom hervor und füllt den Boden eines engen Thales bis auf die Punkte, wo der Fluss Volant und die sich mit ihm verbindenden Bäche einen Theil von der festen Lava weggewaschen haben. Fig. 100 zeigt das von der Lava an einem dieser Punkte, wo sich ein Seitenbach mit dem Hauptthale des Volant verbindet, Uebriggebliebene. Ganz offenbar füllte die Lava einst das ganze Thal bis zu der punktirten Linie d a; der Fluss hat sie aber nicht allein gänzlich durchschnitten, der Arm desselben hat auch einen Querdurchschnitt entblösst. Mittels dieses letztern sehen wir, dass die Lava, wie gewöhnlich in dieser Gegend, aus drei Abtheilungen, aus einer obern schlackigen a, aus einer zweiten unregelmässig prismatisch abgesonderten b und aus einer dritten c mit regelmässig prismatischer Absonderung besteht; die Säulen stehen senkrecht auf den Ufern des Volant, wo dieses aus einer horizontalen Basis von Gneis besteht; bei g sind sie unter einem Winkel von 45° geneigt und bei f horizontal. Ueberall ist ihre Stellung durch das oben erwähnte Gesetz mittels der concaven Form des ursprünglichen Thals bestimmt.

Fig. 101 gibt eine Ansicht von schief stehenden und gekrümmten Basaltsäulen an den Thaleinhängen der hügeligten Gegenden nördlich von Vicenza in Italien und an dem Fusse der

Digitized by Google

höhern Alpen. Ungleich dem vorhin erwähnten im Vivarais ist der Basalt dieser Gegend offenbar unter dem Meere gebildet und die jetzigen Thäler sind seit jener Zeit durch Entblössung ausgehöhlt worden.

Die säulenförmige Struktur findet sich aber nicht allein bei den Trappfelsarten mit vorherrschender Hornblende und Augit, sondern sie ist auch bei dem Klingstein, Trachyt und andern Felsspathgesteinen von feuriger Bildung beobachtet worden, zeigt sich aber nur selten in so regelmässigen polygonischen Formen.

Es ist bereits bemerkt, dass die Basaltsäulen oft durch Quergliederungen oder Querklüfte getheilt sind. Zuweilen nimmt jedes Stück statt einer eckigen eine kugelförmige Gestalt an, so dass die Säulen aus über einander gestellten, oft breitgedrückten Kugeln bestehen, wie in der Käsegrotte zu Bad Bertrich in der Eiffel, nicht fern von den Ufern der Mosel (Fig. 102). Der diese Grotte bildende Basalt ist ein Theil von einem kleinen 30 bis 40 Fuss mächtigen Lavastrom, der von einem oder mehrern in der Nähe noch vorhandenen Krateren herabgekommen zu seyn scheint. Die Lagerungsverhältnisse der Lava in diesem Thale mögen denen in Fig. 100 dargestellten ähnlich seyn, nur besteht das Grundgebirge aus Thonschiefer und Grauwacke.

In einigen Massen von verwitterndem Grünstein, Basalt und andern Trappgesteinen ist die kugelförmige Struktur so deutlich, dass die Felsart das Ansehn eines Haufens von Kanonenkugeln hat.

Ein schlagendes Beispiel von dieser Struktur findet sich in dem fettglänzenden Trachyt oder Pechsteinporphyr auf einer von den Ponza-

Digitized by Google

inseln, welche an den Küsten von Terracina und Gaieta aus dem mittelländischen Meer emporsteigen. Der Durchmesser der Kugeln wechselt von wenigen Zollen bis zu 3 Fuss und dieselben sind gewöhnlich länglich (siehe Fig. 103). Das ganze Gestein ist im Zustande der Verwitterung und wenn die Kugeln eine kurze Zeit der Atmosphäre ausgesetzt gewesen sind, so zerfallen sie, wenn man darauf schlägt, in viele concentrische Schalen, wie die Zwiebeln. Nach innen zu lassen sich die Schalen nicht so leicht absondern und um dies zu erlangen, muss man einen festern Schlag darauf thun.

Der Klingstein und andere Trapparten sind oft so zerklüftet, dass sie zum Decken der Häuser angewendet werden können. Zuweilen findet sich daher zu gleicher Zeit eine prismatische und eine schiefrige oder plattenförmige Absonderung. Die zu solcher Struktur Veranlassung gebenden Ursachen kennt man nur sehr wenig; man nimmt an, dass sie mit Temperaturveränderungen während der Abkühlung der Massen in Verbindung stehen, wie wir weiter unten im zehnten Kapitel noch näher entwickeln werden.

Verhältniss der Trappgesteine zu den Produkten thätiger Vulkane. — Wenn wir die oben erwähnten Veränderungen der Schichten in der Nähe ihrer Berührung mit den Trappgängen erwägen und die grosse Aehnlichkeit in der Zusammensetzung und Struktur der sogenannten Trappfelsarten und der Laven thätiger Vulkane berücksichtigen, so hält es schwer zu glauben, dass ein halbes Jahrhundert über die feurige oder wässrige Entstehung des Trapps ein Zweifel herrschen konnte. Je-

Digitized by Google

doch unterschied man bis zu einem gewissen Grade die Trappformationen von denen, welchen der Ausdruck vulkanische fast ausschliesslich zukam. Die zuerst im nördlichen Deutschland, in Norwegen, Frankreich und Schottland und andern Gegenden untersuchten Trappgesteine waren entweder gänzlich unter tiefem Wasser gebildet, oder in Spalten oder zwischen Schichten eingetrieben, waren aber nie an die freie Luft ausgeströmt und hatten sich auch eben so wenig auf dem Boden eines seichten Meeres ausgebreitet. Wenn man daher diese Produkte untermeerischer und unterirdischer Wirksamkeit den Kegeln von losen Schlacken, von Tuff oder von Lava, oder von schmalen Lavaströmen, die grösstentheils schlackig und porös sind und so wie man sie an dem Vesuv und Aetna findet, entgegenstellte, so erschien die Aehnlichkeit entfernt und zweideutig. Es war wirklich dasselbe, als wenn man die Wurzeln eines Baums mit den Blättern und Zweigen vergleicht, die, obgleich sie einer Pflanze angehören, in der Form, Textur, Farbe, in der Art des Wachsthums und in der Lage verschieden sind. Der äussere Kegel mit seiner losen Asche und porösen Lava kann mit den leichten Blättern und Zweigen verglichen werden und die weit unten verborgen liegenden Gesteine mit den Wurzeln. Allein es ist nicht genug von dem Vulkan zu sagen,

„*quantum vertice in auras*
Aetherias, tantum radice in Tartara tendit,“

denn die Wurzeln reichen wörtlich bis zum Tartarus, oder bis zu den Regionen des unterirdischen Feuers nieder; und das, was tief unten verborgen liegt, ist wahrscheinlich in Volum

Digitized by Google

und Ausdehnung bedeutender, als das an der Oberfläche Sichtbare.

Wir haben bereits im sechsten Kapitel bemerkt, wie häufig dichte Massen von Schichten durch Entblössung von ausgedehnten Räumen entfernt worden sind. Diese Thatsache veranlasst uns zu der Annahme, dass eine ähnliche Zerstörung von Allem, was sonst den obersten Theil der alten untermeerischen und der atmosphärischen Vulkane bildete, statt gefunden habe, besonders da diese Oberflächentheile stets aus den leichtesten und zerstörbarsten Materialien bestehen. Die abgebrochene Weise, wie diese Trappgänge gewöhnlich an der Oberfläche endigen (siehe Fig. 104) und die vom Wasser abgerundeten Trappgeschiebe, welche man in dem den Gang bedeckenden Alluvium wahrnimmt, beweisen unwiderleglich, dass die oberste Formation, bestehe sie auch woraus sie wolle, von den Gewässern fortgeführt worden ist. Man kann daher leicht einsehen, dass das, was in Trappgegenden vor sich gegangen, jetzt in den thätigen Vulkanen sichtbar ist.

In der zweiten Abtheilung dieses Werks werden wir sehen, dass in der Erdrinde vulkanische Tuffe jedes Alters mit Meeresmuscheln vorhanden sind, welche Zeuge von Ausbrüchen von mehrern auf einander folgenden geologischen Perioden gewesen seyn müssen. Diese Tuffe und die sie begleitenden Trappgesteine müssen nicht mit den Laven und Schlacken, welche sich in der freien Luft abgekühlt haben, verglichen werden. Ihre Gegenstücke müssen unter den Produkten neuer untermeerischer, vulkanischer Ausbrüche gesucht werden. Macht man den Einwurf, dass es an Gelegenheit fehlte, diese letztern zu untersuchen, so kann man antwor-

Digitized by Google

ten, dass die unterirdischen Bewegungen fast überall in den Gegenden thätiger Vulkane grosse Veränderungen zwischen dem relativen Niveau des Landes und Meeres in verhältnissmässig neuen Perioden hervorgebracht haben, so dass auf diese Weise die Wirkungen vulkanischer Kräfte am Meeresboden den Beobachtungen zugänglich gemacht worden sind.

So haben z. B. neuere Untersuchungen der feurigen Gesteine auf Sicilien, besonders im Notothal, bewiesen, dass alle die gewöhnlichern europäischen Trapparten dort zu einer neuern Periode, d. h. seitdem das mittelländische Meer von einem grossen Theil der jetzt existirenden Testaceenspecien bewohnt wird, unter dem Meereswasser hervorgebracht worden sind.

Diese feurigen Gebilde des Notothals und die ältern Trappgesteine vieler Gegenden sind von den Produkten der in der Atmosphäre befindlichen Vulkane dadurch verschieden, dass sie dichter und schwerer sind und dass sie zuweilen ausgedehnte plattenförmige Massen von Materien, die zwischen Meeresschichten eingelagert und zuweilen geschichtete Konglomerate bilden, deren Geschiebe sämmtlich Trapp sind. Es sind diese ältern Trappformationen auch durch das Nichtvorhandenseyn regelmässiger Kegel und Krater und durch den Mangel an Gleichförmigkeit der Lava zu dem niedrigsten Niveau vorhandener Thäler verschieden.

Es ist übrigens sehr wahrscheinlich, dass in einigen Theilen des Notothals inselartige Kegel vorhanden waren und dass sie auf dieselbe Weise von den Wellen weggespült wurden, wie der Kegel der Grahamsinsel (oder der Insel Ferdinandea) im Jahr 1831, oder wie der von Nyōe

Digitized by Google

bei Island 1783. Alles das, was, nachdem das Meeresbett emporgehoben worden, bleiben würde, könnten nur Gänge und formlose Massen feuriger Gesteine seyn, welche die über dem ebenen Meeresboden ausgedehnten Lavenlagen und die Tufflagen durchsetzten. Letztere wurden zuerst von Wind und Wellen ausgebreitet und alsdann abgesetzt. Auch Trappkonglomerate, zu deren Entstehung die Einwirkung der Wellen während Entblössung solcher vulkanischen Inseln Veranlassung gegeben haben, würden aus der Tiefe emporsteigen, sobald der Meeresboden Land werden wird.

Das Verhältniss der unter dem Meer entstandenen vulkanischen Materie muss stets sehr bedeutend seyn, da die nicht gänzlich unter dem Meere vorhandenen vulkanischen Oeffnungen entweder auf Inseln, oder in der Nähe der Küsten des Festlandes liegen. Dadurch lässt es sich erklären, dass so oft ausgedehnte plattenförmige Massen von Trapp und keine schmalen Streifen, wie bei den Lavenströmen vorkommen. Denn eine Menge von Ursachen suchen in der Nähe des Landes das Meeresbett zu ebnen, — der Niederschlag aus den Flüssen, — die von den Wellen und Strömungen ausgebreiteten Materialien zerstörter Gestade, — Sand- und Aschenregen, welche von Vulkanen ausgeworfen und von Wind und Wellen ausgebreitet worden sind. Strömt daher auf solche Oberfläche Lava aus, so wird sie nach allen Richtungen zu einer flüssigen, plattenförmigen Masse ausgebreitet, die dann, wenn der ganze Boden gehoben wird, den obersten Theil desselben bildet.

Der Mangel an Porosität der Trappgesteine ist grösstentheils nur scheinbar, denn alle Man-

Digitized by Google

delsteine sind, wie bereits bemerkt, poröse Gesteine, in deren Blasenräume Mineralsubstanzen, wie Kiesel, kohlensaurer Kalk u. a. m. später eingeführt worden sind.

Auf der Hebrideninsel Klein-Cumbray bei Arran enthalten die Mandelsteine zuweilen in die Länge gezogene, mit Braunspath ausgefüllte Blasenräume; und wenn die Mandeln herausgewaschen worden sind, so erscheint das Innere der Blasenräume glasig und glänzend, welches für die schlackigen Laven so charakteristisch ist. Selbst bei den gegen Luft und Wasser geschützten Theilen des Gesteins sind die Blasenräume leer, scheinen stets in diesem Zustande befindlich gewesen zu seyn und lassen sich daher von manchen neuern Laven nicht unterscheiden.

Man kann daher mit Wahrheit mit dem verstorbenen Mac Culloch sagen, dass es eine wirkliche Wortklauberei sey, den alten Trappausbrüchen die Bezeichnung untermeerischer Vulkane verweigern zu wollen; denn sie sind es in jedem wesentlichen Punkt, obgleich sie jetzt weder Feuer noch Rauch entwickeln. Derselbe Geolog hält es auch für gar nicht unwahrscheinlich, dass manche von den vulkanischen Gesteinen Schottlands an der Luft auf die Erdoberfläche gelangt sind.

Obgleich die Hauptgemengtheile der in die freie Luft ausgeströmten Laven dieselben sind, wie die des zwischen andere Gesteine eindringenden Trapps und obgleich die säulen- und kugelförmige Absonderung beiden gemeinschaftlich ist, so gibt es dennoch einige vulkanische Gesteine, die nie als Laven vorkommen, wie Grünstein, Klingstein, die krystallinischen Porphyre und alle diejenigen Trapparten, in denen

Digitized by Google

Quarz und Glimmer häufig als Gemengtheile auftreten. Kurz, diese Trapparten, welche das Uebergangsglied zwischen den Laven und den plutonischen Gesteinen bilden, weichen in ihren Kennzeichen um so mehr von jenen ab, je mehr sie sich dem Granit nähern.

Jedoch wird der Leser diese Ansichten über die Verhältnisse der vulkanischen und Trappgesteine besser verstehen, wenn er in dem nächsten Kapitel das über die plutonischen Formationen Gesagte studirt hat.

Neuntes Kapitel.

Plutonische Gebirgsarten. — Granit.

Wir handeln nun zunächst von den plutonischen Gesteinen, indem sie den bereits betrachteten vulkanischen am nächsten stehen. Im ersten Kapitel haben wir diese plutonischen Felsarten als die ungeschichtete Abtheilung der krystallinischen oder hypogenen Formationen bezeichnet und haben ihre Lagerungsverhältnisse auf Taf. 1 auch graphisch in der Abtheilung D zu verdeutlichen gesucht und gezeigt, welche Stellung sie in Beziehung auf die vulkanischen Formationen B einnehmen.

Von einigen Geologen sind alle die hier zu betrachtenden Felsarten unter dem Namen Granit begriffen und sie verstehen darunter eine grosse Familie von krystallinischen und gemeng-

Digitized by Google

ten Gesteinen, die gewöhnlich unter allen andern Formationen liegen, wogegen wir sahen, dass Trapp sehr gewöhnlich Schichten verschiedenen Alters aufgelagert ist. Der Granit verhält sich oft über sehr ausgedehnte Räume sehr gleichartig, er bildet Berge von eigenthümlicher abgerundeter Gestalt, die im Allgemeinen mit einer nur dürftigen Vegetation bedeckt sind. Die Oberfläche der Felsart ist gewöhnlich in einem zerbröckelten Zustand und auf den Granitbergen liegen sehr oft Haufen von Steinen, die den Resten geschichteter Massen, wie die Fig. 105 zeigt und zuweilen auch altem Gemäuer gleichen, für welche sie zuweilen irrthümlich gehalten worden sind. Das gewöhnlich viereckige Aeussere dieser Blöcke erlangt durch Einwirkung der Atmosphärilien bald eine abgerundete Form, indem die Kanten und Ecken schneller verwittern, als die Flächen. Eine ähnliche kugelförmige Struktur ist bereits als charakteristisch für den Basalt und andere vulkanische Formationen beschrieben worden und muss gleichen Ursachen zugeschrieben werden, obwohl wir dieselben nur unvollkommen kennen.

Obgleich es eine allgemeine Eigenthümlichkeit des Granits ist, keine bestimmten Formen anzunehmen, so ist er dennoch zuweilen so zerklüftet, dass er platten- und säulenförmige Absonderung oder Struktur zeigt. Beispiele dieser Erscheinungen sieht man in der Nähe von Lands-End in Cornwall, wie Fig. 106 zeigt, an der Rosstrapp am Harz und in vielen andern Granitgebirgen.

Die plutonischen Formationen stimmen auch darin mit den vulkanischen überein, dass Gänge oder Trümmer von Centralmassen in die anlie-

Digitized by Google

genden Felsarten auslaufen und Veränderungen in diesen letztern veranlassen, die wir beschreiben werden. Sie gleichen ferner darin dem Trapp, dass sie versteinerungsleer sind; unterscheiden sich dagegen darin, dass sie eine weit gleichförmigere Textur haben, indem ganze Gebirgsmassen von unbestimmter Ausdehnung unter genau ähnlichen Bedingungen entstanden zu seyn scheinen. Sie unterscheiden sich ferner dadurch, dass sie nie schlackig oder mandelsteinförmig sind, dass sie niemals einen Porphyr mit einer unkrystallinischen Basis bilden und nie mit Tuff wechsellagern. Eben so wenig können sie Konglomerate bilden, obgleich zuweilen ein unmerklicher Uebergang vom fein- zum grobkörnigen Granit statt findet und zuweilen feinkörnigere Stellen in der grobkörnigern Masse vorkommen.

Feldspath, Quarz und Glimmer werden gewöhnlich als die wesentlichen Gemengtheile des Granits betrachtet; ersterer herrscht vor und letzterer wird von dem Quarz an Quantität übertroffen. Diese Mineralien sind durch eine verworrene Krystallisation mit einander verbunden, d. h. es findet beim Granit keine regelmässige Aneinanderreihung der krystallinischen Mineralien, wie bei dem Gneise (s. Fig. 122) statt, ausgenommen bei einer Varietät, dem sogenannten Schriftgranit, der am meisten auf Granitgängen vorkommt. Diese Varietät ist ein Gemenge von Feldspath und Quarz, die so an einander gereiht sind, dass sie eine unvollkommen blättrige Textur veranlassen, die in Fig. 108 parallel mit den Blättern und in Fig. 109 in einer Querrichtung auf denselben abgebildet sind. Die Feldspathkrystalle scheinen zuerst gebildet

Digitized by Google

worden zu seyn und die jetzt von dem dunkler gefärbten Quarz eingenommenen Räume zwischen sich gelassen zu haben. Auf dem Querbruche des Gesteins, nämlich auf dem, der senkrecht auf den abwechselnden Feldspath- und Quarzlagen steht, zeigen sich gebrochene Linien, die mit hebräischen Schriftzügen verglichen worden sind.

Porphyrartiger Granit. — Diese Benennung ist zuweilen derjenigen Varietät gegeben worden, in welcher grosse Feldspathkrystalle, zuweilen mehrere Zoll lang, in einer Hauptmasse von gewöhnlichem Granit zerstreut liegen. Man findet solchen porphyrartigen Granit am Kynast und zu Buchwald am Riesengebirge, am Ochsenkopf etc. im Fichtelgebirge, in der Gegend von Karlsbad und von Ellbogen in Böhmen und am Lands-End in Cornwall. Ein Stück von der letztern Varietät ist in Fig. 110 abgebildet. Die beiden grössern prismatischen Krystalle auf dieser Figur stellen Feldspath vor, von welchem man auch kleinere, in der Form ähnliche Krystalle in der Hauptmasse vertheilt sieht. In derselben erscheinen auch schwarze Glimmerflecke, deren Krystalle mehr oder weniger vollkommene hexagonale Umrisse haben. Das Uebrige von der Masse ist Quarz, der durch seine Durchscheinheit von dem undurchsichtigen weissen Feldspath und dem schwarzen Glimmer sehr absticht.

Der gleichartige mineralogische Charakter grosser Granitmassen scheint anzudeuten, dass grosse Quantitäten von den Gemengtheilen vollkommen mit einander vereinigt waren und dann unter ganz ähnlichen Umständen krystallisirten. Es finden sich aber mehrere zufällige Ge-

Digitized by Google

mengtheile oder Mineralien in dem Granit, unter denen schwarzer Schörl oder Turmalin, Strahlstein, Zirkon, Granat und Flussspath die gewöhnlichern sind, doch aber in zu geringer Menge darin vorkommen, um das allgemeine Ansehn des Gesteins wesentlich zu verändern. Sie zeigen dennoch, dass die Gemengtheile nicht überall genau dieselben sind, und eine noch grössere Abweichung lässt sich in den stets veränderlichen Verhältnissen von Feldspath, Quarz und Glimmer verfolgen.

Syenit. — Wenn Hornblende den Glimmer ersetzt, wie es gewöhnlich der Fall ist, so heisst das Gestein Syenit, welcher Name von den berühmten alten Steinbrüchen bei Syene in Aegypten entlehnt worden ist. Das Gestein hat das Ansehn des gewöhnlichen Granits, ausgenommen wenn es mineralogisch in Handstücken untersucht wird, und man ist vollkommen berechtigt, es als ein geologisches Glied derselben plutonischen Familie des Granits anzusehen. Nachdem aber der Syenit seinen granitischen Charakter auf ausgedehnten Strecken beibehalten hat, verliert er nicht selten seinen Quarz und geht unmerklich in den syenitartigen Grünstein, ein Glied der Trappfamilie, über.

Syenitischer Granit. — Das vierfache Gemenge von Quarz, Feldspath, Glimmer und Hornblende mag den obigen Namen erhalten. Es findet sich in Schottland und auf Guernsey.

Talkartiger Granit oder *Protogine* der französischen Geologen ist ein Gemenge von Feldspath, Quarz und Talk. Er findet sich sehr häufig in den Alpen und in einigen Theilen von Cornwall und gibt durch seine Zersetzung Por-

Digitized by Google

cellanerde, die an mehrern Punkten der letztern Gegend als Material zu feinern Töpferwaaren gewonnen wird.

Schörl- oder Turmalinfels und schörlartiger Granit. — Das erstere von diesen Gesteinen ist ein Aggregat von Schörl oder Turmalin und Quarz. Treten auch noch Feldspath und Glimmer hinzu, so kann man es schörlartigen Granit nennen; jedoch ist eine solche Abänderung selten.

Weissstein (Granulit — *Eurite* —) besteht aus Feldspath in höchst feinkörniger bis dichter Zusammensetzung und ist zuweilen schiefrig, so dass man ihn dann eben so gut zu den metamorphischen Gesteinen rechnen kann. Findet sich hauptsächlich charakteristisch im Zschopauthal im sächsischen Erzgebirge.

Hornfels, ein sehr inniges und feinkörniges Gemenge von Quarz, Feldspath und Turmalin. Findet sich hauptsächlich an der Grenze des Granits mit dem Schiefergebirge am Harz.

Alle diese sehr verschiedenen Granitabänderungen gehen in gewisse Arten von Trapp über, ein Umstand, der einen von den vielen Gründen gibt, die zu Gunsten der jetzt vorherrschenden Meinung sprechen, dass der Granit ebenfalls feuriger Entstehung sey. Der Unterschied zwischen der am meisten krystallinischen Form des Granits und der des gewöhnlichsten und erdigen Trapps ist freilich gross; allein jedes Glied der vulkanischen Klasse ist fähig, porphyrartig zu werden und die Grundmasse des Porphyrs kann immer mehr und mehr krystallinisch werden, bis dass sie zu der Art des Granits übergeht, mit welcher sie in mineralogischer Beziehung am meisten übereinstimmt.

Digitized by Google

Die Mineralien, welche sowohl die granitischen, als vulkanischen Gesteine bilden, bestehen fast ausschliesslich aus sieben Bestandtheilen, nämlich Kiesel, Thon, Talk, Kalk, Natron, Kali und Eisen, und diese mögen zuweilen in fast denselben Verhältnissen in einer porösen Lava, in dichtem Trapp oder in krystallinischem Granit vorkommen. Es dürfte vielleicht bei fernerer Untersuchung (denn es bleibt uns über diesen Gegenstand noch viel zu thun übrig) gefunden werden, dass das Vorhandenseyn dieser Bestandtheile in gewissen Verhältnissen zur Annahme einer krystallinischen oder wahrhaft granitischen Struktur günstiger ist, als in andern; allein es ist auch durch Versuche bestimmt, dass dieselben Materialien unter verschiedenen Umständen sehr verschiedene Gesteine bilden können. So kann z. B. dieselbe Lava, je nachdem sie sich schneller oder langsamer abkühlt, glasig, oder schlackig, oder steinig, oder porphyrartig erscheinen und gewisse Trachyte und syenitartige Grünsteine können ohne Zweifel Granite oder Syenite bilden, wenn die Krystallisation langsam von statten geht.

Es würde sehr leicht seyn, die Beispiele und Autoritäten zum Beweis eines stufenweisen Uebergangs der granitischen in die Trappgesteine zu vervielfältigen. An der westlichen Seite des Christiania-Fiord im südlichen Norwegen tritt ein grosser Trappdistrikt, hauptsächlich aus Grünsteinporphyr und syenitischem Grünstein bestehend und auf versteinerungsführenden Schichten ruhend, auf. Südwärts davon folgt eine gleich ausgedehnte Syenitgegend und der Uebergang von den vulkanischen zu den plutonischen Gesteinen erfolgt so nach und nach, dass es

Digitized by Google

unmöglich ist, eine Grenzlinie zwischen denselben zu ziehen.

In Aberdeenshire in Schottland ist der Glimmer im Granit zuweilen durch Hornblende ersetzt; an manchen Punkten kommt aber eine Varietät vor, die nur aus Feldspath und Hornblende besteht. Untersucht man nun dies Gestein näher, so findet man, dass es an einigen Punkten feinkörnig geworden und endlich vom Grünstein nicht zu unterscheiden ist. Eben so geht das Gestein auf dieselbe ununterbrochene Weise in einen Basalt und endlich in einen weichen Thonstein mit versteckt blättriger Textur über, der durchaus nicht von dem in der wahren Trappformation verschieden ist. Auf der Insel Shetland geht ein aus Feldspath, Hornblende, Glimmer und Quarz bestehender Granit auf eine gleich vollkommene Weise in Basalt über.

In Ungarn finden sich Abänderungen von Trachyt, die in geologischer Beziehung von neuerer Entstehung sind und in denen Glimmer und Quarz eben so häufig, wie Feldspath und Hornblende vorkommen. Man sieht leicht ein, wie solche vulkanische Massen in einer gewissen Entfernung von der Oberfläche in Granit übergehen.

Wir haben bereits Andeutungen von der grossen Aehnlichkeit in den Formen gewisser Granit- und Trappgänge gemacht und man wird finden, dass von plutonischen Felsarten durchdrungene Schichten ähnliche Veränderungen erlitten haben, wie die mit den vulkanischen Gängen in Berührung stehenden. So kommen zu Glen Tilt in Schottland wechsellagernde Schichten von Kalkstein und Thonschiefer mit einer Granitmasse in Berührung. Die Grenze ist nicht

Digitized by Google

so, wie sie seyn würde, wenn der Granit vor dem Absatz der Schichten gebildet worden wäre, in welchem Fall der Durchschnitt wie in Fig. 111 erscheinen würde, sondern die Verbindung ist in Fig. 112 dargestellt. Die wellenförmigen Umrisse des Granits durchschneiden verschiedene Schichten und dringen zuweilen selbst in gewundenen Trümmern in die Thonschiefer- und Kalksteinlager ein, von denen sie sich so sehr in den Gemengtheilen auszeichnen. In der Nähe der Granitmasse und der Trümmer hat der Kalkstein zuweilen seinen Charakter verändert; er erhält eine dichte Textur wie Hornstein mit splittrigem Bruch und brausst schwach mit Säuren.

Fig. 113 stellt eine andere Verbindung in demselben Distrikt dar, wobei von dem Granit so viele Trümmer auslaufen, dass sie in dem Thonschiefer und Kalkstein netzförmig erscheinen. Die Trümmer verlaufen sich in den Schichten und behalten zuletzt nur die Stärke eines Papierblatts oder Fadens. An einigen Punkten haben sich Bruchstücke von der Granitmasse abgelöst und erscheinen in dem Kalkstein ohne sichtbare Verbindung mit jener, wogegen auf der andern Seite hin und wieder ein Kalksteinstück mitten im Granit vorkommt. Die gewöhnliche Farbe des Kalksteins von Glen Tilt ist bleigrau und seine Textur grobkörnig und sehr krystallinisch; wo er sich aber dem Granit nähert, besonders da, wo er von den kleinern Trümmern durchdrungen ist, verschwindet das Krystallinische und das Gestein erlangt ein genau dem Hornstein gleichendes Ansehn. Der mitvorkommende Thonschiefer geht in der Nähe des Granits oft in einen Hornblendeschiefer über.

Digitized by Google

Die Verwandlung des Kalksteins in diesem und in mehrern andern Beispielen in ein quarziges Gestein, welches nur schwach mit Säuren brausst, würde nur schwierig zu erklären seyn, wenn es nicht gewiss wäre, dass solche Kalksteine stets Quarz- und Feldspathkörner, so wie Glimmerblättchen eingemengt enthalten. Diese Mineralien mochten in der grossen Hitze schmelzen und dadurch gleichförmiger durch die ganze Masse verbreitet werden.

Sowohl in den plutonischen, als auch in den vulkanischen Felsarten findet man jeden Uebergang von einem gebogenen Trumm bis zu dem regelmässigsten Gange, wie sie die Tuffe und die Laven am Vesuv und Aetna durchsetzen. Granitgänge sieht man unter andern Punkten auch an den südlichen Abhängen des Battockberges in den Grampians in Schottland und es bleiben sich die entgegengesetzten Seiten auf eine bedeutende Strecke genau parallel.

Als eine allgemeine Regel können wir annehmen, dass die Granitgänge an allen Theilen der Erde gekrümmter in ihrer Erstreckung, als die Trappgänge sind. Sie haben an den nördlichsten Theilen Schottlands fast dieselben Formen, wie an der Südspitze von Afrika, wie Fig. 114, vom Tafelberg am Kap entlehnt, zeigt.

Es ist nichts Ungewöhnliches, dass sich mehrere Granitgänge gegenseitig durchsetzen und zuweilen finden sich welche von dreierlei verschiedenem Alter, wie in der Gegend von Heidelberg, wo man im Neckarthal dreierlei verschiedene Abänderungen des Granits findet, die in Farbe, Korn und in verschiedenen andern Eigenthümlichkeiten der Gemengtheile von einander abweichen. Einer dieser Gänge, offenbar der

Digitized by Google

zweite im Alter, durchschneidet einen ältern Granit und ein anderer noch neuerer durchsetzt sowohl den zweiten als den ersten.

Auf Shetland gibt es zwei Arten von Granit; die eine, bestehend aus Hornblende, Glimmer, Feldspath und Quarz, hat eine dunkle Farbe und liegt unter Gneis. Der andere ist roth und durchsetzt die dunkle Varietät nach allen Richtungen in Trümmern.

Die Figg. 115 und 116 erläutern die Art und Weise, wie sich die Granitgänge oft zertrümmern oder verzweigen und einander durchsetzen. Sie stellen die Art und Weise dar, wie der Gneis am Kap Wrath in der schottischen Provinz Sutherlandshire von Granitgängen durchsetzt ist. Ihre lichte Farbe bildet einen grossen Gegensatz mit der des Hornblendeschiefers, der hier mit dem Gneis vorkommt und macht die Erscheinungen sehr deutlich.

Der Granit erhält in den Gängen, welche von einer grössern Masse in die benachbarten Gebirgsarten auslaufen, sehr allgemein ein feineres Korn und erleidet eine Veränderung in der mineralogischen Zusammensetzung. So ist die Hauptmasse des Cornwalliser Granit ein Aggregat von Glimmer, Quarz und Feldspath; allein die Gänge sind zuweilen ohne Glimmer und bestehen nur aus einem körnigen Gemenge von Quarz und Feldspath. In andern Varietäten herrscht Quarz bei fast gänzlichem Ausschluss, sowohl von Feldspath als Glimmer vor; in noch andern verschwinden Glimmer und Quarz und der Gang besteht nur aus weissem körnigen Feldspath.

Fig. 117 gibt eine Skizze von einer Gruppe von Granitgängen in Cornwall. Die Hauptmasse

Digitized by Google

des Granits ist hier porphyrartig, mit grossen Feldspathkrystallen; allein auf den Gängen ist er feinkörnig und ohne diese grossen Krystalle. Die gewöhnliche Höhe dieser Gänge ist 16 bis 20 Fuss, jedoch sind einige weit höher.

Im Valorsine, einem nicht sehr weit von dem Mont Blanc entfernt liegenden Thale, laufen von einem gewöhnlichen, aus Feldspath, Quarz und Glimmer bestehenden Granit Gänge in einen talkigen Gneis (oder geschichteten Protogin) aus und an einigen Stellen gehen von den Hauptgängen noch Seitenverzweigungen rechtwinklich ab, wie Fig. 118 zeigt. Das Gestein der Gänge, besonders auf den schmalen, ist feinkörniger, wie bei dem Granit der Hauptmasse.

Es ist hier zu bemerken, dass der Schiefer und der Granit, da wo sie sich einander nähern, einen gegenseitigen Einfluss auf einander auszuüben scheinen, denn beide erleiden eine Veränderung im Mineralcharakter. Der noch ungeschichtet bleibende Granit nimmt grüne Theilchen auf und der talkartige Gneis erlangt eine granitische Textur, ohne seine Schichtung zu verlieren.

Professor Keilhau machte mich auf verschiedene Punkte in der Umgebung von Christiania aufmerksam, an denen der lithologische Charakter des Gneises von einem Granit von weit jüngerer Entstehung bis auf einige Entfernung von dem Berührungspunkte verändert zu seyn scheint. Der Gneis hat, ohne seine blättrige Struktur verloren zu haben, eine grössere Feldspathmenge aufgenommen, auch ist die Farbe desselben röther, als die des gewöhnlich als

Gemengtheil des norwegischen Gneises auftretenden Feldspaths.

Granit, Syenit und die Porphyre von granitischer Textur, kurz alle plutonischen Gesteine sind an oder in der Nähe ihrer Verbindung mit geschichteten Formationen gewöhnlich metallführend. Auf der andern Seite sind die geschichtete Felsarten durchsetzenden Gänge nach einem allgemeinen Gesetz in der Nähe solcher Grenzen reicher, als an andern Punkten. Man kann daraus folgern, dass diese Metalle in gasiger Form die geschmolzene Masse durchdrungen und dass die Berührung eines andern Gesteins in einem andern Temperaturzustand oder zuweilen auch das Vorkommen von Spalten in andern benachbarten Felsarten die Sublimation der Metalle veranlasst haben dürfte.

Es gibt mehrere Beispiele, so bei Markerud, unweit Christiania, wo das Streichen der Lager durch Eindringen von Granit, sowohl in grossen Massen, als auch in Trümmern, nicht wesentlich und auf weitere Strecken verändert worden ist. Diese Thatsache ist von einigen Geologen aufgenommen worden, um die Theorie von dem gewaltsamen Eindringen des Granits in flüssigem Zustande zu widerlegen. Dagegen können wir aber erwiedern, dass sich zertrümmernde Trappgänge, deren ehemaligen flüssigen Zustand jetzt Niemand mehr in Abrede stellen wird, in der Nähe von Christiania versteinerungsführende Schichten durchsetzen, ohne ihr Streichen oder Fallen zu verändern *).

---

*) *Keilhau, Gaea Norwegica.* 1. Heft. Christiania und Leipzig 1838.

Digitized by Google

Die wirkliche oder scheinbare Absonderung grosser oder kleiner Granitstücke von der Hauptmasse, wie bei a b, Fig. 119, bei Fig. 113 und bei a, Fig. 118, ist von einigen Geologen als unhaltbar mit der gewöhnlichen Lehre von den Gängen angesehen worden. Manche derselben mögen wurzelförmige Verlängerungen des Granits, in andern Fällen dagegen mögen es abgesonderte Gesteinstücke mit plutonischer Struktur seyn. Denn mitten in den gestörten Schichten konnten Stellen seyn, in denen sich eine Vereinigung von schmelzbarern Materialien als das Uebrige fand, oder von Stoffen, die nur geeignet waren, sich leicht zu irgend einer Form des Granits zu vereinigen.

Im Granit kommen auch, so wie in manchen geschichteten Felsarten, Quarzgänge vor, allein sie lassen sich nicht, wie die Granit- und Trappgänge bis zu grossen Massen von ähnlichen Gesteinen verfolgen. Es scheinen Spalten oder Risse gewesen zu seyn, in welche die kieselige Substanz durch Infiltration gelangte. Solche Absonderung, wie man es nennt, kann zuweilen, wie sich deutlich nachweisen lässt, lange nach dem ursprünglichen Festwerden des umschliessenden Gesteins statt gefunden haben. So sieht man z. B. in dem Gneis von Tronstadt Strand bei Drammen in Norwegen am Meeresgestade den in Fig. 120 dargestellten Durchschnitt. Es scheint, dass die abwechselnden Schichten von weissem granitartigen Gneis und von schwarzem Hornblendeschiefer zuerst von einem Grünsteingange von etwa $2\frac{1}{2}$ Fuss Mächtigkeit durchsetzt wurden; dann entstand die Spalte a b durch alle diese Gesteine und wurde endlich mit Quarz ausgefüllt. Die entgegenge-

Digitized by Google

setzten Wände des Ganges waren an einigen Punkten mit durchsichtigen Quarzkrystallen besetzt und der mittlere Theil war mit gewöhnlichem, undurchsichtigen weissen Quarz ausgefüllt.

Wir sahen, dass die vulkanischen Formationen auch aufliegende genannt worden sind, weil sie nicht allein andere durchsetzen, sondern sie auch bedecken. Herr Necker de Saussure in Genf hat den Vorschlag gemacht, die Granite die untenliegenden feurigen Felsarten zu nennen und der hier angegebene Unterschied ist sehr charakteristisch. L. v. Buch nahm im Anfange seiner geologischen Laufbahn an, dass der Granit bei Christiania zuweilen den Massen des Uebergangsgebirges eingelagert sei und auf versteinerungsführendem Thonschiefer und Kalkstein ruhe. Obgleich nun Granitgänge diese Schichten durchsetzen und diese von entschieden späterer Entstehung sind, so findet doch keine wirkliche Ueberlagerung derselben durch Granit statt, wie Prof. Keilhau an vielen Punkten nachgewiesen hat. Von der Richtigkeit vieler dieser Beobachtungen habe ich mich selbst überzeugt. Dagegen kommen, jedoch nach kleinerm Maasstabe, gewisse Felssteinporphyrlager, einige nur wenige, andere viele Fuss mächtig, vor, die entschieden in Granit übergehen und die weit eher als plutonische, denn als Trappgesteine angesehen werden dürften und von denen man wirklich sagen kann, dass sie gleichförmig den versteinerungsführenden Schichten eingelagert seyen, wie die Porphyre a c, Fig. 121, welche den bituminösen oder Brandschiefer und den thonigen Kalkstein f f trennen. Einige von diesen Porphyrlagen

sind aber zum Theil ungleichförmig, wie b und veranlassen uns zu der Annahme, dass auch die andern, ohnerachtet ihrer scheinbaren Zwischenlagerung, mit Gewalt zwischen die Schichten getrieben worden sind. Einige von den Porphyren sind sehr quarzig, andere sehr feldspathartig. In dem Verhältnisse, dass die Massen grösser werden, bekommen sie eine mehr granitische Textur, erscheinen minder gleichförmig zu den Schichten und es laufen selbst Trümmer in dieselben aus. Mit einem Wort, wir haben hier eine schöne Erläuterung von Zwischenstufen oder Uebergängen zwischen vulkanischen und plutonischen Gesteinen, nicht allein in mineralogischer, sondern auch in Beziehung auf ihre Lagerungsverhältnisse zu mit vorkommenden Formationen. Kann die Bezeichnung aufliegend in diesem Beispiel auch auf ein plutonisches Gestein angewendet werden, so findet dies blos in der Beziehung statt, dass die Felsart ein trappartiges Ansehn erlangt.

Es ist bereits angedeutet, dass die Hitze, welche in jedem thätigen Vulkane sich nach einer unbestimmten Tiefe nach unterwärts zu ausdehnt, zu gleicher Zeit sehr verschiedene Wirkungen in der Oberfläche und in grosser Tiefe hervorbringen muss, und wir können nicht erwarten, dass Gesteine, welche aus der Krystallisation geschmolzener Materien unter einem Drucke von mehrern Meilen Höhe weit von der Oberfläche entfernt, entstanden sind, denen auf oder in der Nähe derselben gebildeten gleichen. Daher könnte man die Entstehung einer der vulkanischen analogen Klasse von Gebirgsarten in grossen Tiefen, die aber in manchen Eigenthümlichkeiten davon abweichen, prophezeien, wenn

Digitized by Google

wir auch nicht durch die plutonischen Formationen Rechenschaft davon zu geben vermöchten. Wie sehr diese, sowohl in ihren positiven als negativen Kennzeichen mit der Theorie ihrer tief unter der Erdoberfläche erfolgten Entstehung übereinstimmen, wird der Leser aus dem Gesagten zu erkennen im Stande seyn.

Man hat übrigens den Einwurf gemacht, dass, wenn die granitischen und vulkanischen Gesteine nur verschiedene Theile einer grossen Reihe wären, wir in Gebirgsketten vulkanische Gänge finden, die nach oberwärts in Lava und nach unterwärts in Granit übergehen müssten. Wir können darauf antworten, dass unsere senkrechten Durchschnitte gewöhnlich nur eine geringe Ausdehnung haben und dass wir daher, wenn wir an gewissen Punkten einen Uebergang von Trapp zu poröser Lava und an andern vom Granit zu dem Trapp finden, dies mehr ist, als wir von dieser Ueberzeugung erwarten dürfen.

Die ungeheure Ausdehnung der Entblössung, welche, wie schon gezeigt worden, in frühern Perioden erfolgt ist, veranlassen den Leser zu der Annahme, dass krystallinische Gesteine von hohem Alter, obwohl sie bei ihrer Bildung tief unter der Erdoberfläche verborgen waren, die aufgelagerten Massen verloren und frei wurden. Ihre jetzige Erhebung über dem Meere mag denselben Ursachen zugeschrieben werden, von welchen die Emporhebung der Meeresschichten selbst bis zu den Gipfeln der Gebirgsketten herrührt. Jedoch kommen wir auf diese und auf andere Sätze zurück, wenn wir in der zweiten Abtheilung von dem relativen Alter der verschiedenen Granitmassen reden.

Digitized by Google

Zehntes Kapitel.

Metamorphische Gebirgsarten.

Wir haben nun drei verschiedene Klassen von Gesteinen: zuerst die wässerigen oder versteinerungsführenden, zweitens die vulkanischen und drittens die plutonischen oder granitischen betrachtet; wir haben endlich noch diejenigen krystallinischen Schichten zu untersuchen, welche mit dem Namen der metamorphischen bezeichnet worden sind. Diese letzterwähnte Benennung drückt, wie schon bemerkt, die theoretische Meinung aus, dass solche Schichten, nachdem sie aus dem Gewässer abgesetzt worden sind, durch den Einfluss der Wärme und anderer Ursachen eine sehr deutlich ausgesprochene krystallinische Textur erlangt haben.

Wenn diese Gesteine recht charakteristisch oder normal erscheinen, so enthalten sie gar keine organischen Reste und eben so wenig deutliche, entweder abgerundete oder eckige Bruchstücke von andern Gesteinen. Zuweilen brechen sie in den Centraltheilen schmaler Gebirgsketten hervor, dehnen sich aber in andern Fällen über sehr bedeutende Oberflächen aus. So bilden sie z. B. fast ganz Norwegen und Schweden, wo sie, so wie in Brasilien, sowohl an tiefen als an hohen Punkten erscheinen.

Man hat manche Versuche gemacht, um eine allgemeine Ordnung der Ueberlagerung bei den Gliedern dieser Familie zu verfolgen. So

Digitized by Google

hat man z. B. oft behauptet, dass der Gneis stets unter dem Glimmerschiefer liege. Aber obgleich solche Lagerungsverhältnisse in gewissen Gegenden vorherrschen, so sind sie doch durchaus nicht allgemein. Jedoch kommen wir auf diesen Gegenstand in der zweiten Abtheilung dieses Werks, wenn wir von den chronologischen Verhältnissen der metamorphischen Felsarten reden, wieder zurück.

Die hauptsächlichsten Glieder der metamorphischen Klasse der Felsarten sind: Gneis, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer, Thonschiefer, Chloritschiefer, hypogener oder metamorphischer Kalkstein und gewisse Arten von Quarzfels.

Gneis. — Dieses Gestein kann auch geschichteter Granit genannt werden, da es aus denselben Gemengtheilen wie letzterer besteht, nämlich aus Feldspath, Quarz und Glimmer. Bei dem in Fig. 122 abgebildeten Stück bestehen die weissen Lagen fast ausschliesslich aus körnigem Feldspath, hin und wieder mit Flecken von Glimmer oder mit Quarzkörnern. Die dunklen Lagen bestehen aus grauem Quarz und schwarzem Glimmer, hin und wieder mit eingemengten Feldspathkörnern. Das Gestein spaltet am leichtesten in der Ebene dieser dunklern Lagen und die auf diese Weise entblösste Oberfläche ist fast gänzlich mit glänzenden Glimmerblättchen bedeckt. Der begleitende Quarz herrscht in der Quantität vor, die leichte Spaltbarkeit wird aber durch die Menge des Glimmers in gewissen Theilen der dunklen Lage bedingt.

Zuweilen sind aber die Gneislagen stärker und der Glimmer hat alsdann nur einen geringen Grad des Parallelismus zu den Schichtungsebenen.

Digitized by Google

Uebrigens wird die Benennung Gneis in der Geologie gewöhnlich in einem weitern Sinne zur Bezeichnung einer Formation angewendet, in welcher das oben erwähnte Gestein vorherrscht, mit welchem aber irgend ein anderes Glied der metamorphischen Felsarten und hauptsächlich Hornblendeschiefer wechsellagert. Es erscheinen alsdann diese letztern dem wirklichen Gneis untergeordnet. In einigen seltenen Fällen hat man Bruchstücke vorher existirender Gesteine in dem Gneis gefunden.

Die verschiedenen Abänderungen der dem Gneis verbundenen Gesteine, in welche Feldspath als wesentlicher Gemengtheil eingeht, wird man zu erkennen im Stande seyn, wenn man sich auf das beim Granit Gesagte bezieht. Tritt daher zu Glimmer, Quarz und Feldspath Hornblende, so entsteht ein syenitischer Gneis; durch Einmengung von Talk ein talkartiger Gneis, ein, aus Feldspath, Quarz und Talk in bestimmten Krystallen oder Körnern bestehendes Gestein (geschichteter Protogin der französischen Geologen).

Hornblendeschiefer ist gewöhnlich schwarz und besteht hauptsächlich aus Hornblende mit einer veränderlichen Menge Feldspath und zuweilen mit Quarzkörnern. Wenn Hornblende und Feldspath in fast gleichen Mengen vorhanden sind und das Gestein nicht schiefrig ist, so kommt es in den Kennzeichen mit den Grünsteinen der Trappfamilie überein und ist auch wohl Urgrünstein genannt worden. Manche von diesen Hornblendemassen mögen wirklich vulkanische Gesteine gewesen seyn, die später eine mehr krystallinische oder metamorphische Textur angenommen haben.

Digitized by Google

Glimmerschiefer ist nächst dem Gneis eine der häufigsten Felsarten der metamorphischen Reihe. Er ist schiefrig und besteht wesentlich aus Glimmer und Quarz und zuweilen scheint der Glimmer die ganze Masse zu bilden. Hin und wieder kommen auch Lager von reinem Quarz in dieser Formation vor. In manchen Gegenden bilden Granitkrystalle in regelmässigen Dodekaedern einen sehr charakteristischen Gemengtheil des Glimmerschiefers, der nach und nach in den Thonschiefer übergeht.

Der Talkschiefer besteht hauptsächlich aus Talk, wozu häufig Glimmer und auch wohl Feldspath tritt und hat eine dem Thonschiefer ähnliche Textur.

Thonschiefer gleicht einem verhärteten Schieferthon, ist grösstentheils schiefrig und gibt daher oft einen sehr guten Dachschiefer. Er mag aus den Bestandtheilen des Gneises oder aus einem feinkörnigen Gemenge von Glimmer und Quarz und Talk oder Quarz bestehen. Zuweilen erhält er von den kleinen Glimmer- oder Talkblättchen einen Seidenglanz. Seine Farbe wechselt von dem Grünlichen oder Bläulichgrauen bis zum Bleigrauen. Dieser Schiefer kommt mehr als jeder andere sowohl in der metamorphischen als versteinerungsführenden Reihe vor, denn manche aus beiden Abtheilungen genommene Abänderungen sind durch ihre mineralogischen Kennzeichen nicht zu unterscheiden.

Quarzfels ist ein Aggregat von Quarzkörnern, die entweder aus kleinen Krystallen bestehen oder abgerundet sind und in regelmässigen Schichten mit Gneis oder andern metamorphischen Felsarten vorkommen. Mit diesem körnigen Quarz kommt auch dichter, ähnlich dem

Digitized by Google

vor, welcher häufig Gänge ausfüllt. Beide Abänderungen wechsellagern mit Gneis und Glimmerschiefer, in welche sie durch Hinzutreten von Glimmer oder Feldspath und Glimmer übergehen, oder sie bilden ganze Gebirgsmassen im Thonschiefergebirge, wie z. B. am Harz (Bruchberg).

Chloritschiefer ist ein grünes schiefriges Gestein mit sehr vielen Chloritblättchen, gewöhnlich mit kleinen Quarzkörnchen und zuweilen auch mit Feldspath und Glimmer vermengt. Er kommt oft mit Gneis und Thonschiefer vor und geht nach und nach in denselben über.

Hypogener oder metamorphischer Kalkstein, gewöhnlich Urkalkstein genannt, ist zuweilen ein in mächtigen Lagern vorkommender, weisser krystallinischkörniger Marmor, der in der Skulptur angewendet wird, noch häufiger aber sich in dünnern Lagern findet, einen blättrigen Schiefer bildend, der in Farbe und Ansehn gewissen Varietäten von Gneis und Glimmerschiefer gleicht. Er wechsellagert mit diesen beiden Felsarten und auch mit Thonschiefer. Er enthält alsdann gewöhnlich einige Glimmerkrystalle und zuweilen auch Quarz, Feldspath, Hornblende und Talk. In den hypogenen Gebirgen von Norwegen, Schweden, Schottland, im Erzgebirge Sachsens etc. findet sich dieses Glied der metamorphischen Reihe nur in kleinen Massen, wogegen es in den Alpen sehr entwickelt auftritt.

Auch der bereits bei den vulkanischen Felsarten erwähnte Serpentin findet sich häufig auch als Glied der metamorphischen Reihe.

Digitized by Google

Entstehung der metamorphischen Schichten. — Nachdem wir nun die mineralogischen Verhältnisse der metamorphischen Gesteine kennen gelernt haben, bleibt uns nur noch von ihrer Struktur und Geschichte zu reden übrig, so wie wir auch die hauptsächlichsten Meinungen über ihre wahrscheinliche Entstehung mittheilen müssen. Zu gleicher Zeit müssen wir den Leser im Voraus warnen, dass wir hier auf einen Boden der Kontroverse wandeln und die Grenzen, wo positive Beobachtungen endigen, bald erreichen, über welche hinaus wir nur Spekulationen verfolgen können. Es war einst eine Lieblingstheorie und ist es noch für manche Geologen, dass diese Felsarten ihre krystallinische Textur, dem Mangel aller Zeichen einer mechanischen Entstehung oder aller Versteinerungen einem eigenthümlichen, einem Urzustande der Erde zur Zeit ihrer Bildung zu verdanken hätten. Die Gründe gegen diese Hypothese sollen in der zweiten Abtheilung näher entwickelt werden, indem dort gezeigt werden wird, wie vielen verschiedenen Zeiträumen die metamorphischen Gesteine angehören und wie Gneis, Glimmerschiefer, Thonschiefer und hypogener Kalkstein (z. B. der von Carrara), nicht allein seit dem ersten Auftreten organischer Wesen auf der Erde, sondern lange nachdem viele verschiedene Geschlechter von Pflanzen und Thieren auf einander gefolgt waren, gebildet worden sind.

Die mit dem Namen metamorphisch zusammenhängende Theorie der vulkanischen Schichten muss nun hauptsächlich hier besprochen werden; zuerst müssen wir aber fragen, ob diese Gesteine wirklich geschichtete im strengen Sinne

Digitized by Google

des Worts als ursprünglicher Niederschlag aus dem Wasser genannt werden können. Die allgemeine Annahme der Geologen des Ausdrucks geschichtet, wie er auf diese Gesteine angewendet wird, zeigt ihre Eintheilung in Lager, die wenigstens in ihrer Form denen der gewöhnlichen versteinerungsführenden Schichten sehr analog sind. Diese Aehnlichkeit ist bei beiden nicht auf das Vorkommen einer zufällig schiefrigen Struktur beschränkt, sondern dehnt sich auch auf jede Art der Anordnung aus, die mit dem Mangel von Versteinerungen, von Sand, Geschieben, wellenförmigen Erhabenheiten und andern Charakteren zusammenhängt, welche nach der metamorphischen Theorie durch plutonische Einwirkung verwischt sind. So finden wir z. B. sowohl bei den krystallinischen, als auch bei den versteinerungsführenden Formationen eine Wechsellagerung von Schichten, die in Beziehung auf Gemengtheile, Farbe und Mächtigkeit sehr verschieden sind. So wechselt z. B. Gneis mit Lagern von schwarzem Hornblendeschiefer oder von körnigem Quarz oder Kalkstein und der Wechsel dieser verschiedenen Schichten wiederholt sich unbestimmt. Eben so wechselt Glimmerschiefer mit Chloritschiefer und mit dünnen Lagern von körnigem Kalkstein.

So wie in den versteinerungsführenden Formationen Schichten von reinem Quarzsande mit glimmerigem Sand und mit Thonlagen wechseln, so wechseln auch bei den krystallinischen oder metamorphischen Gesteinen Lager von reinem Quarzfels mit Glimmer- und Thonschiefer. So wie wir in den secundären und tertiären Reihen Kalkstein finden, der wiederholt mit glimmrigem und mit thonigem Sand wechselt, so finden

Digitized by Google

wir in den hypogenen Gneis und Glimmerschiefer mit reinem und unreinem körnigen Kalkstein wechsellagernd.

Wir bemerkten bereits, dass das Geriffelte oder die welligen Erhabenheiten bei den versteinerungsführenden Schichten sehr gewöhnlich seyen und auch beim Gneis und Glimmerschiefer finden wir zuweilen eine wellenförmige Gestalt der Flasern nach einem kleinen Maasstabe, welche vielleicht eine Modifikation ähnlicher Unebenheiten bei ihrem ursprünglichen Niederschlag ist.

Auch in den krystallinischen Formationen finden sich, so wie in manchen sedimentären, zuweilen einzelne Schichten, deren Blätter eine diagonale Stellung haben und nicht regelmässig parallel mit den Schieferungsflächen sind.

Diese Anordnung der Schichten wird durch Fig. 123 erläutert, in welcher die Schichtung eines grobkörnigen Thonschiefers dargestellt worden ist, die ich in den Pyrenäen beobachtete. Ein Theil dieses Schiefers nähert sich in den Kennzeichen einem grünen und blauen Dachschiefer, während ein anderer Theil sehr quarzreich ist und die ganze Masse nach unten zu in Glimmerschiefer übergeht. Der hier gezeichnete senkrechte Durchschnitt ist ohngefähr 3 Fuss hoch und die Schichten sind oft so dünn, dass funfzig auf einen Zoll gerechnet werden können. Manche bestehen aus reinem Quarz.

Die aus den obigen Erscheinungen gemachte Folgerung zu Gunsten der wässerigen Entstehung des Thonschiefers und anderer krystallinischer Schichten wird durch die Thatsache bestätigt, dass manche von diesen metamorphischen Gesteinen hin und wieder mit entschieden mechanisch gebildeten und Spuren von organischen Resten zeigenden Felsarten wechsellagern

Digitized by Google

und nach und nach darin übergehen. Die versteinerungsführenden Formationen aber, in welche dieser Uebergang statt findet, sind durchaus nicht von gleichem Alter und eben so wenig die ältesten, wie weiter unten in der zweiten Abtheilung erläutert werden wird.

Die Schichtung der metamorphischen Gesteine ist von Spaltbarkeit oder Schieferung verschieden. — Die Lager, in welche Gneis, Glimmerschiefer und hypogener Kalkstein getheilt sind, zeigen am häufigsten, wie die gewöhnlichen Schichten, einen Mangel an vollkommenem geometrischen Parallelismus.

Aus diesem Grund und wegen des abwechselnden Vorkommens der Schichten verschiedener Materialien, kann die geschichtete Anordnung der krystallinischen Gesteine nicht durch die Annahme erklärt werden, dass sie eine blosse Spaltungsstruktur sey, gleich der, wie sie einige zu Schreibtafeln und zum Dachdecken angewendete Schiefer zeigen. Die sogenannte schiefrige Spaltbarkeit oder Schieferung ist in manchen Fällen durch den regelmässigen Absatz dünner Blättchen von feinen, mechanisch im Wasser aufgelösten Theilen über einander hervorgebracht; allein es gibt auch manche andere Fälle, wo sie durchaus nicht mit solcher Entstehungsweise im Zusammenhange steht und wo sie selbst nicht auf wässerige Bildungen beschränkt ist. So sind z. B. einige Trapparten, z. B. Klingstein, so spaltbar, dass sie zum Dachdecken angewendet werden.

Nach der Annahme des Prof. Sedgwick in Cambridge zeigen gewisse Felsarten dreierlei verschiedene Arten des Gefüges oder der

Struktur, die sich durch ausgedehnte Strecken nachweisen lässt: Erstlich der Schichtung, zweitens Absonderungen *(Joints)* und drittens schiefriger Spaltbarkeit oder Schieferung. Die beiden letztern stehen in keiner Verbindung mit dem mechanischen Niederschlag und mit Schichtung und sind durch von der allgemeinen Schwerkraft unabhängige Ursachen herbeigeführt. Alle diese verschiedenen Arten von Gefügen müssen mit verschiedenen Namen bezeichnet werden, obgleich einige Fälle vorkommen, in denen es nach genauer Untersuchung der Erscheinungen unmöglich zu entscheiden ist, zu welcher Art die Struktur der einen oder der andern dieser Gesteine gehört *).

Absonderungen. — Die zweite dieser Formen von Gefügen, oder die Absonderungen, sind natürliche Spalten oder Risse, welche die Gesteine in geraden und deutlichen Linien durchsetzen. Sie bieten dem Schieferbrecher die wesentlichste Hilfe bei Gewinnung des Schiefers dar und wenn eine hinlängliche Anzahl von solchen Absonderungen einander durchsetzen, so wird die ganze Masse des Gesteins in symmetrische Blöcke getheilt **). Die Ebenen der Absonderungen sind meistentheils glätter und regel-

---

*) *Sedgwick Geol. Trans. II. Series, Vol. III. part. 3.* Daraus in Karstens Archiv, 2. Reihe X. 581 etc.

**) Wir besitzen jetzt ein ausserordentlich wichtiges und klassisches Werk über die sogenannten Schiefer- und Grauwackengebirge, nämlich *Murchison's Silurian System. founded on geological researches in the Counties of Salop, Hereford etc. 2 parts, London 1839*, welches der Verfasser sehr fleissig bei der vorliegenden Arbeit benutzt hat und von welchem der Uebersetzer derselben eine deutsche Bearbeitung liefern wird.

Digitized by Google

mässiger, als die wahren Schichtungsflächen. Die Absonderungen sind gerade laufende Risse, oft etwas geöffnet und oft nicht allein durch über einander liegende Schichten oder Lager, sondern auch durch Kalkstein- und andere Massen gehend, welche durch Ausscheidung seit dem ursprünglichen Absatz der Schichten gebildet worden sind. Solche Absonderungen müssen daher oft durch eine der letzten Veränderungen, welche die sedimentären Niederschläge erlitten haben, entstanden seyn.

Auf Fig. 124 zeigen die ebenen Oberflächen A, B, C frei gemachte Absonderungsflächen, mit denen die Wände anderer Absonderungen II parallel sind. S S sind die Schichtungslinien und D D die Linien der schiefrigen Spaltbarkeit oder Schieferung, welche das Gestein unter einem bedeutenden Winkel mit den Schichtungsebenen durchsetzt.

Nach Sedgwick unterscheidet sich die Absonderung von den Linien der schiefrigen Spaltbarkeit dadurch, dass das zwischen zwei Absonderungsklüften befindliche Gestein keine Tendenz hat, sich in einer mit den Ebenen dieser Klüfte parallelen Richtung zu theilen, wogegen in der Richtung der schiefrigen Spaltbarkeit eine bis ins Unbestimmte gehende Theilung statt findet. Bei gekrümmten Schichten sind die Spaltungsebenen einander ebenfalls parallel. Dies ist z. B. in dem Schiefergebirge von Wales beobachtet worden (siehe Fig. 125). Das hier dargestellte Gebirge besteht aus hartem grünlichen Schiefer. Die wirkliche Schichtung wird auf der Figur durch eine Anzahl von parallelen Streifen angegeben, von denen einige eine lichtere, andere eine dunklere Farbe haben, als die allge-

Digitized by Google

meine Masse. Solche Streifen sind überall den wahren Schichtungsebenen parallel gefunden, wo sich diese durch Streifung oder durch Lager mit eigenthümlichen organischen Resten zeigen. Einige von den gebogenen Schichten sind von grobkörnig mechanischer Struktur und wechsellagern mit feinkörnigem krystallinischen Chloritschiefer, in welchem Fall sich dieselbe schiefrige Spaltbarkeit durch die gröbern und feinern Lager zieht, obgleich es sich in dem Verhältniss vollkommener zeigt, je feinkörniger und gleichartiger die Gesteine sind. Nur bei ganz grobkörnigen verschwinden die Spaltungsebenen gänzlich. Mit den Schichtungsebenen machen sie einen sehr bedeutenden Winkel, der in Wales 30 bis 40° beträgt. Zuweilen fallen die Spaltungsebenen nach derselben Weltgegend ab, als die der Schichtung, häufiger aber nach der entgegengesetzten. Man kann als eine allgemeine Regel annehmen, dass, wenn Lager von grobkörnigern Materialien mit solchen wechsellagern, die aus feinern Theilchen bestehen, die schiefrige Spaltbarkeit entweder nur auf die feinkörnige Felsart beschränkt ist, oder sich in der von grobkörnigerer Textur nur unvollkommen zeigt. Die Regel gilt, die Spaltbarkeit mag den Schichtungsebenen parallel seyn oder nicht.

In den schweizer und savoyschen Alpen sind ungeheure Kalksteinmassen so regelmässig von fast senkrechten Klüften durchsetzt und diese sind oft so viel deutlicher, als die Schichtungsklüfte, dass sie ein ungeübter Beobachter fast immer verwechseln und die Schichten für senkrecht halten muss, da wo sie gänzlich horizontal sind.

Digitized by Google

Man nimmt an, dass diese Absonderungen denjenigen analog seyen, welche, wie schon bemerkt, die vulkanischen und plutonischen Gesteine in würfelförmige und prismatische Massen trennen. In kleinem Maasstabe sehen wir Thon und Stärke, wenn sie getrocknet sich in ähnliche Formen trennen, welches oft durch blosse Zusammenziehung bewirkt worden ist, mag nun dieselbe von der Verdunstung des Wassers oder von einer Temperaturveränderung herrühren. Bekanntlich dehnen sich manche Sandsteine durch Ausdehnung mässiger Hitzgrade aus und ziehen sich beim Abkühlen dann wieder zusammen, und es kann keinem Zweifel unterworfen seyn, dass bedeutende Theile der Erdrinde in dem Verlauf verflossener Jahrhunderte wiederholt sehr verschiedenen Wärme- und Kältegraden unterworfen gewesen sind. Dieser Temperaturwechsel hat wahrscheinlich sehr bedeutend zur Bildung der Klüfte in Gesteinen beigetragen.

In einigen Gegenden, wie in Sachsen, wo Basaltmassen auf Sandstein ruhen, haben die wässerigen Felsarten auf eine Strecke von mehrern Fussen von dem Verbindungspunkte eine dem Trapp ähnliche säulenförmige Struktur angenommen. Dieselbe Absonderungsgestalt erlangen manche Gestellsteine der Schmelzöfen, die lange einer heftigen Hitze ausgesetzt gewesen und dennoch nicht geschmolzen sind. Auch manche Krystalle erhalten in der Hitze eine neue innere Struktur, so dass sie in andern Richtungen zerbrechen, indem ihre äussere Form unverändert bleibt.

Die Eisberge auf Spitzbergen sind voll von Spalten, die sich senkrecht niederziehen und sie

Digitized by Google

in unzählige Säulen theilen. Das Eis der Newa bei St. Petersburg ist bei 2 Fuss Stärke, zu Anfang des Thauwetters, von Reihen sehr kleiner Luftbläschen durchsetzt, die sich in geraden Linien ausdehnen und zuweilen von der obern Fläche des Eises nach unten zu bis ungefähr $\frac{2}{5}$ Zoll von derselben entfernt, etwas gebogen. Andere Blöcke zeigen die Bläschen vereinigt, so dass sie cylindrische Röhrchen von der Stärke eines Menschenhaars bilden. In noch andern Blöcken war der Process noch weiter vorgeschritten und es liefen von den senkrechten Gängen zwei, drei oder mehrere Spalten nach verschiedenen Richtungen aus, so dass ein auf den Gang senkrechter Durchschnitt die sternförmigen Brüche des Holzes im Kleinen darstellen würde. Endlich waren bei einigen Stücken diese Brüche vom obern bis untern Theil dieser Gänge vereinigt und trennen die ganze Masse in senkrechte Prismen mit grösserer oder geringerer Seitenzahl. In diesem Zustande war ein geringer Stoss hinreichend, um den Block in Stücke zu zerschlagen, die in jeder Hinsicht ein Bild im Kleinen von Basaltsäulen gaben. Die Oberfläche glich einem Fussboden mit würflichen Pflastersteinen und die Säulen erhoben sich an einander hängend und parallel von der festen Masse, einige Zoll über der untern Oberfläche. Es ist zu dem Process mehr oder weniger Zeit erforderlich. — Wir finden hier die säulenförmige oder Absonderungsstruktur bei einer festen, grossen Temperaturveränderungen unterworfenen Masse.

Es scheint daher, dass die Absonderungsklüfte mehrere verschiedene Ursachen haben, wie die Modification einer krystallinischen Wirkung, oder eine einfache Zusammenziehung während

Digitized by Google

der Erhärtung, oder während einer Temperaturveränderung. Auch mag es Fälle geben, in denen die Klüfte mechanischen Erschütterungen zuzuschreiben und die auf die Schichten während des Emporhebens oder während des Sinkens unter ihr früheres Niveau, ausgeübt worden sind. Man darf annehmen, dass die frühere Existenz von Theilungsebenen die Linien und die Punkte der Brüche, welche in den Felsarten durch die sie hebenden und verwerfenden Kräfte veranlasst worden sind, bestimmt und grösstentheils verändert haben. Da diese Linien und Punkte diejenigen sind, an und nach denen der geringste Widerstand statt findet, so müssen sie nothwendig einen Einfluss auf die Richtung gehabt haben, nach welcher die feste Masse bei Anwendung äusserer Kraft nachgeben muss.

Herr Murchison hat bemerkt, dass, wenn man die Absonderung und die schiefrige Spaltbarkeit auf krystallinische Wirkung bezieht, man durch eine wohl bekannte Analogie unterstützt werde, bei der die Krystallisation auf gleiche Weise Veranlassung zu einer zweifach verschiedenen Struktur in einem Körper gegeben hat. So sind z. B. bei einem sechsseitigen Quarzprisma die Theilungsflächen von den Prismenflächen verschieden. Es ist unmöglich, den Krystall den Prismenflächen parallel zu spalten, gerade so wie Schiefer nicht parallel der Absonderung gespaltet werden kann, wogegen der Quarzkrystall, gleich dem ältern Schiefer, bis ins Unendliche in der Richtung der Spaltungsebenen zu theilen ist.

Wir haben schon bemerkt, dass ausserordentlich feiner Schiefer, wie der von Niesen am Thuner See in der Schweiz, den Schichtungs-

Digitized by Google

ebenen vollkommen parallel und daher wahrscheinlich durch successive Niederschläge aus dem Gewässer entstanden ist. Selbst wenn die schiefrige Theilbarkeit mit den allgemeinen Schichtungsebenen einen Winkel bildet, so folgt durchaus nicht, dass sie durch krystallinische Wirksamkeit hervorgebracht worden ist; denn sie kann das Resultat jener bereits im zweiten Kapitel erwähnten diagonalen Schichtung seyn. In diesem Fall findet aber gewöhnlich eine grosse Unregelmässigkeit statt, wogegen die mit den wirklichen Schichtungsebenen einen schiefen Winkel bildenden Spaltungsebenen oft vollkommen symmetrisch sind und einen genauen geometrischen Parallelismus beibehalten, selbst wenn die Schichten, wie schon weiter oben bemerkt, gewunden sind.

Was nun die Entstehung der schiefrigen Spaltbarkeit, da wo sie mit einem mechanischen Niederschlag unvereinbar ist, betrifft, so ist Professor Sedgwick der Meinung, dass keine Verminderung der Dimensionen, keine Zusammenziehung der Theile beim Uebergang zu dem festen Zustande diese Erscheinungen erklären kann. Sie müsse krystallinischen oder polarischen Kräften zugeschrieben werden, die gleichzeitig und etwas ungleichförmig in gegebenen Richtungen auf grosse Massen von gleichartiger Zusammensetzung einwirke.

Eine von Herrn Darwin erzählte Thatsache scheint diese Theorie zu bestätigen. Das Erz der Goldbergwerke zu Yaquil in Chili wird auf einer Mühle zu einem sehr feinen Pulver gerieben. Nachdem dasselbe gewaschen und fast alles Metall davon abgeschieden ist, wird der Schlamm in Sümpfen gesammelt, wo er nieder-

Digitized by Google

fällt, ausgeschlagen und auf einen gemeinschaftlichen Haufen geworfen wird. Es beginnt alsdann eine nicht unbedeutende chemische Wirksamkeit, es blühen verschiedene Salze an der Oberfläche aus, die Masse wird hart und sondert sich in verschiedene Bruchstücke ab. Dieselben besitzen eine ebene und scharf bestimmte schiefrige Struktur, allein die Blätter sind unter keinen gleichförmigen Winkel geneigt.

Herr R. W. Fox unterwarf kürzlich eine Masse feuchten Thon, der mit gesäuertem Wasser durchgearbeitet worden war, mehrere Monate hindurch einer schwachen voltaischen Wirkung. Als sie trocken geworden war, fand man sie etwas blättrig und die Ebenen dieser etwas wellenförmigen Theilung verhielten sich rechtwinklich zu der Richtung der elektrischen Kräfte *).

Sir John Herschel spricht sich in einem Brief an den Verfasser, vom Kap der guten Hoffnung, vom 20. Februar 1836 dahin über die schiefrige Spaltbarkeit aus, „dass die Gesteine so erhitzt worden sind, dass sie einen Anfang der Krystallisation gestatteten. Wenn sie nämlich zu dem Punkt erhitzt wurden, dass sich die Theilchen zwischen einander bewegen konnten, oder wenigstens um ihre eigenen Axen, so musste ein allgemeines Gesetz die Lage bestimmen, in welcher die Theilchen bei der Abkühlung blieben. Wahrscheinlich hat die Lage ir-

*) Obwohl das blättrige Gefüge an dem mir vorgezeigten Stück sehr unvollkommen war, so war es doch hinreichend überzeugend, um zu fernern Versuchen zu veranlassen.

Digitized by Google

gend eine Beziehung zu der Richtung, in welcher die Wärme entweicht. Wenn nun alle oder die meisten Theilchen von gleicher Beschaffenheit ein allgemeines Bestreben zu einer Lage haben, so muss dieselbe eine Spaltungsebene bestimmen. So sehen wir, dass sich die unendlich kleinen Krystalle von frischgefälltem schwefelsauren Baryt und einige andere solche Körper auf eine ähnliche Weise in der Flüssigkeit, in welcher sie schwimmen, an einander reihen, so dass, wenn sie umgerührt werden, sie alle mit einem Licht glänzen und das Ansehn von Seidenfäden haben. Einige Seifenarten, in denen unauflösliche margarinsaure Salze *) vorhanden sind, zeigen mit Wasser vermischt dieselben Erscheinungen; und das, was bei unsern Versuchen im kleinen Maasstabe vor sich geht, mag in der Natur nach einem grossen erfolgen."

*) Margarinsäure ist eine öligte Säure, welche aus verschiedenen Thier- und Pflanzenfetten dargestellt wird. Ein margarinsaures Salz ist eine Verbindung dieser Säure mit Natron, Kali, oder irgend einer andern Basis und ist von seinem Perlmutterglanz so benannt.

Digitized by Google

Eilftes Kapitel.

Metamorphische Gebirgsarten — Fortsetzung.

Wir sahen, dass die Geologen ganz allgemein aus den Erscheinungen der Absonderung und der schiefrigen Spaltbarkeit zu der Folgerung veranlasst worden sind, dass Gebirgsmassen, deren sedimentärer Absatz keinem Zweifel unterliegt, gleichzeitig auch durch ungeheure krystallinische Kräfte eine Einwirkung erlitten haben. Dass die Struktur der versteinerungsführenden Schichten seit ihrem ursprünglichen Absatz und selbst nach ihrer Erhärtung und Verwerfung, oft durch eine allgemeine Ursache verändert worden sind, kann nicht geleugnet werden. Diese Thatsachen veranlassen uns zu der Annahme, dass durch höhere Grade oder durch längere Entwickelung derselben Agentien, vielleicht auch in Verbindung mit andern Ursachen, noch grössere Veränderungen bewirkt worden seyn möchten. Wir sahen, dass an der Grenze von granitischen und vulkanischen Gängen sehr bedeutende Veränderungen bei den Gesteinen statt gefunden haben, hauptsächlich in der Nachbarschaft des Granits. Es wird von Nutzen seyn, hier noch andere Erläuterungen hinzuzufügen, welche zeigen, dass eine Textur, welche von der der eigentlich metamorphischen Formationen gar nicht zu unterscheiden, wirklich einst versteinerungsführenden Schichten ertheilt worden ist.

Digitized by Google

Am südlichen Ende Norwegens findet sich eine ausgedehnte Gegend, an der Westseite des Christians-Fiord, in welcher Granit oder Syenit in ganzen Gebirgsmassen versteinerungsführende Schichten durchbrochen und von denen Gänge auslaufen. Die mit Muscheln und Zoophyten erfüllten geschichteten Gebirgsarten bestehen hauptsächlich aus Schieferthon, Kalkstein und einigem Sandstein und sind in der Nähe des Granits auf Strecken von 150 bis 1200 Fuss verändert. Der Thonschiefer ist hart und feuersteinartig geworden und zuweilen gleicht er Jaspis. Durch die Erhärtung von abwechselnden Schichten von grünem und braunen Schiefer ist Bandjaspis gebildet, von welchem jeder Streifen noch ganz genau die ursprünglichen Schichtungslinien darstellt. Mehr in der Nähe des Granits enthält der Schiefer Hornblendekrystalle, die man an einigen Punkten selbst auf eine Entfernung von mehrern hundert Fussen von der Grenze entfernt findet; und diese schwarze Hornblende ist so häufig, dass berühmte Geologen auf ihren Reisen durch das Land sie mit dem alten Hornblendeschiefer verwechselt haben, welcher der grossen Gneisformation Norwegens untergeordnet ist. Häufig zeigen sich zwischen dem eben erwähnten Granit und dem Hornblendeschiefer Körner von Glimmer und von krystallinischem Feldspath in dem Schiefer, so dass dem Gneis und Glimmerschiefer ähnliche Gesteine hervorgebracht werden. (Siehe Fig. 126.) Versteinerungen findet man selten in diesem Schiefer und sie sind im Verhältniss dass die krystallinische Textur der Lager zunimmt und sie sich dem Granit mehr nähern, vollständiger verschwunden. An manchen Punkten ist die

Digitized by Google

kieselige Materie des Schiefers zu körnigem Quarz ausgeschieden und wenn Hornblende und Glimmer hinzutreten, so verliert das veränderte Gestein seine Krystallisation und geht in eine Art von Granit über. Der Kalkstein, welcher an den von dem Granit entfernten Punkten eine erdige Textur und blaue Farbe hat und oft eine Menge von Korallen enthält, erscheint in der Nähe des Granits als ein körniger, oft kieseliger Kalkstein und die körnige Struktur erstreckt sich hin und wieder bis auf 1200 Fuss von der Verbindung. Die Korallen sind grösstentheils verschwunden, hin und wieder aber, selbst in dem weissen Marmor, erhalten. Sowohl der umgewandelte Kalkstein, als auch der erhärtete Schiefer enthalten an manchen Punkten Granaten, auch Magneteisenstein, Bleiglanz und silberhaltiges Kupfererz. Diese Veränderungen zeigen sich, der Granit mag nun in einer mit dem allgemeinen Streichen der versteinerungsführenden Lager parallelen, oder nach einer rechtwinklich darauf stehenden Richtung eingedrungen seyn, wie man auf Fig. 126 sehen kann *).

Der oben erwähnte erhärtete und bandförmige Schiefer hat eine grosse Aehnlichkeit mit gewissen Schieferthonen im Steinkohlengebirge zu Russels Hall bei Dudley, wo die Flötze seit Jahrhunderten entzündet gewesen sind. Bedeutend mächtige Lager des Schieferthons, die über den brennenden Kohlen liegen, sind so gebrannt und erhärtet, dass sie einen feuersteinartigen Bruch erlangen und die Schichten abwechselnd grün und ziegelroth sind.

---

*) *Keilhau, Gaea Norvegica, p. 61—63.*

Digitized by Google

Sehr merkwürdige Veränderungen des Thonschiefers kann man auch an den Grenzen des harzer Granits finden, besonders in der durch die tiefe Spalte des Bodethals so sehr aufgeschlossenen Granitpartie der Rosstrappe. Der Schiefer ist an der Grenze meistentheils in Hornfels umgewandelt *).

In Cornwall laufen von dem Granit ebenfalls Gänge ab und durchsetzen einen grobkörnigen Thonschiefer, provinciell Killas genannt. Dieser Killas ist da, wo er mit den Gängen in Berührung steht, in Hornblendeschiefer verwandelt. Diese Erscheinungen kann man sehr gut an der Grenze des Granits mit dem Killas am St. Michaelsberg, einer kleinen fast 300 Fuss hohen Insel, in der Bucht von Penzanca und ungefähr drei Viertel deutsche Meilen von jenem Ort entfernt, beobachten **).

Zu Dartmoor in Devonshire hat sich der Granit in die Grauwacke gedrängt, hat deren Schichten verbogen und gewunden und durchsetzt sie gangweise. Dadurch sind einige von den Schiefergesteinen glimmerig geworden, andere härter und haben den Charakter von Glimmerschiefer und Gneis erlangt, während noch andere sehr hart und mit Feldspath imprägnirt worden sind.

Durch die Beobachtungen des Herrn Dufrénoy erfahren wir, dass in den östlichen Pyrenäen Gebirgsmassen von Granit vorkommen, die jünger als die dort auftretenden Lias- und

---

*) Zincken in Karsten's Archiv, 2. Reihe, Bd. 5, S. 323 etc.

**) v. Oeynhausen u. v. Dechen, daselbst, 1. Reihe, Bd. 17, S. 3 etc.

Digitized by Google

die Kreideformationen sind und dass diese versteinerungsführenden Gesteine in der Nähe des Granits eine ganz andere Textur erlangt haben und oft Eisenerze führen. So wird in der Umgegend von St. Martin, bei St. Paul de Fénouillet der kreideartige Kalkstein in der Nähe des Granits krystallinischer und körniger und verliert alle Spuren der vorher so häufigen Versteinerungen. An einigen Punkten wird er auch dolomitisch, enthält Trümmer von kohlensaurem Eisen und Nester von Rotheisenstein. Zu Rancié enthält der Lias in der Nähe des Granits nicht allein Eisenerz, sondern auch Schwefelkies, Tremolit, Granat und ein neues dem Feldspath verwandtes und von seinem Fundorte Couzeranit benanntes Mineral.

Die hier beschriebenen Veränderungen, welche die Gebirgsarten durch vulkanische und granitische Gänge erlitten haben, beweisen unbestreitbar, dass in der Natur Kräfte vorhanden sind, welche versteinerungsführende und krystallinische Schichten umzuwandeln vermögen, Kräfte, welche im Stande sind, ihnen einen neuen mineralischen Charakter zu verleihen, der dem des Gneises, Glimmerschiefers und anderer geschichteten Glieder der hypogenen Reihen nicht allein ähnlich, sondern selbst absolut gleich ist. Die genaue Beschaffenheit dieser verändernden Ursachen, die wir einstweilen plutonische nennen können, ist grösstentheils dunkel und zweifelhaft; ihr wirkliches Vorhandenseyn ist aber deutlich und wir müssen annehmen, dass der Einfluss der Hitze in gewisser Hinsicht mit der Umwandlung verbunden sey, wenn wir, aus weiter oben erklärten Gründen, die feurige Entstehung des Granits zugestehen.

Digitized by Google

Die Versuche von Gregor Watt, Gesteine im Laboratorium zu schmelzen und sie dann durch langsame Abkühlung erhärten zu lassen, beweisen deutlich, dass ein Gestein nicht vollkommen geschmolzen zu seyn braucht, wenn die Bestandtheile anders an einander gereiht werden sollen und eine theilweise Krystallisation folgen soll. Die Zerstörung aller Spuren der Muscheln und anderer organischer Reste, so wie die Entstehung von neuen chemischen Verbindungen, ohne dass die Masse so geschmolzen ist, dass die Schichtungslinien gänzlich verwischt worden zu seyn brauchen, sind daher sehr leicht begreiflich.

Wir dürfen übrigens nicht annehmen, dass Hitze allein, so wie sie auf einen Stein in der freien Luft einwirkt, alles das in sich begreift, was wir unter plutonischer Wirkung verstehen. Wir wissen, dass bei vulkanischen Ausbrüchen nicht allein flüssige Lava, sondern auch Dämpfe und andere erhitzte Gase hervorkommen, welche letztern sich in ungeheuren Quantitäten Tage, Wochen und Jahre lang und auch aus der Lava während ihrer Erhärtung entwickeln. Wenn daher die Granitmaterialien mit der versteinerungsführenden Schicht in den Eingeweiden der Erde unter grossem Druck in Berührung kommen, so dürften die eingeschlossenen Gase nicht entweichen können. Kommen letztere aber mit Felsarten in Berührung, so möchten sie durch deren Poren mit grösserer Leichtigkeit dringen, als Wasser im Stand ist (siehe viertes Kapitel). Die gasförmigen Flüssigkeiten, wie geschwefeltes Wasserstoffgas, salzsaures Gas und Kohlensäure entweichen an manchen Punkten aus den Felsspalten, wodurch die Gesteine ent-

Digitized by Google

färbt und angegriffen, wodurch einige erweicht, andere erhärtet werden. Waren die Gesteine wasserhaltig, so gingen sie noch leichter hindurch, denn nach den Versuchen Henry's absorbirt Wasser unter einem hydrostatischem Druck von 96 Fuss dreimal so viel kohlensaures Gas, als unter atmosphärischem Druck. Obwohl nun dieses erhöhete Absorptionsvermögen in Folge der höhern Temperatur in den Tiefen der Erde sich vermindert, so hat Professor G. Bischof in Bonn doch gezeigt, dass die Erde in keinem solchen Verhältnisse zunimmt, dass sie die Wirkungen des vermehrten Drucks wieder aufheben kann *). Es gibt aber auch noch andere Gase ausser dem kohlensauren, welches Wasser absorbirt und zwar in dem Verhältniss des steigenden Drucks schneller. Nun kann man aber selbst die dichtesten Gesteine, ehe sie der Luft ausgesetzt und getrocknet worden sind, als mit Wasser erfüllte Schwämme betrachten und es ist begreiflich, dass damit in grossen Tiefen in Berührung gebrachte erhitzte Gase leicht absorbirt und durch ihre Poren vertheilt seyn können. Obwohl die zuerst absorbirte gasige Materie bald verdichtet und mit ihrer Wärme entwichen seyn würde, so dürfte doch das unaufhörliche Hinzuströmen von unten nach oben in dem Verlauf von Jahrhunderten eine wesentliche Erhöhung der Temperatur des Wassers und der dasselbe umschliessenden Gesteins veranlassen.

---

*) Poggendorff's Annalen, Bd. 32, S. 144 etc. und auch in „der Wärmelehre des Innern unsers Erdkörpers" desselben Gelehrten. Leipzig 1837, S. 327.

Digitized by Google

Alle kleine Spalten in dem metallführenden Gneis bei Clermont in der Auvergne sind mit freiem kohlensauren Gas ausgefüllt, welches sich an manchen Punkten der umliegenden Gegend aus dem Boden entwickelt. Mit Ausnahme des Quarzes sind dadurch alle Gemengtheile der Felsart erweicht und es bilden sich fortwährend neue Verbindungen der Säure mit Kalk, Eisen und Mangan.

Einen andern Beweis von der Kraft unterirdischer Gase geben die *Stufas* von St. Calogero, auf der grössten von den liparischen Inseln. Hier sind nach der Beschreibung des verewigten Fr. Hoffmann *) horizontale Tuffschichten, die sich meilenlang längs der Küste hinziehen und mehr als 200 Fuss hohe Klippen bilden, an verschiedenen Punkten entfärbt und durch die alles durchdringenden Dämpfe sehr verändert. Dunkler Thon ist gelb oder oft schneeweiss geworden, oder hat ein geflecktes oder breccienartiges Ansehn erlangt, indem er mit eisenhaltigen rothen Streifen durchkreuzt ist. An einigen Punkten bestehen die Fumerolen zum Theil aus Sublimationen von Eisenoxyd; allein es scheint auch, dass Trümmer von Kalcedon und Opal und andere von fasrigem Gyps aus den vulkanischen Ausdünstungen erfolgt sind.

In der Nähe von Korinth ist durch eine anhaltende Einwirkung unterirdischer Gase ein hartes, feuerstein- und jaspisartiges Gestein zerfressen und in der Solfatara bei Neapel sind trachytische Gesteine durch geschwefeltes Wasserstoffgas und durch salzsaures Gas zersetzt.

---

*) Geognostische Beschaffenheit der liparischen Inseln. Leipzig 1832, S. 38.

Digitized by Google

Obwohl wir bei allen diesen Beispielen nur die sich an der Oberfläche zeigenden Erscheinungen studiren können, so ist es doch klar, dass die gasförmigen Flüssigkeiten die ganze Mächtigkeit der porösen und rissigen Gesteine durchdrungen haben müssen, welche zwischen dem unterirdischen Gasreservoir und der äussern Luft vorhanden waren. Die Ausdehnung der Erdrinde, welche die Dämpfe durchdrungen haben und noch durchdringen, mag daher Tausende von Klaftern betragen und ihr erhitzender und modificirender Einfluss mag durch das Ganze dieser festen Masse verbreitet seyn.

Die obigen Bemerkungen sind darauf berechnet, den Einwürfen zu begegnen, welche gegen die metamorphische Theorie auf den Grund der geringen Wärmeleitungsfähigkeit der Felsarten gemacht worden sind; denn trockne und in freier Luft befindliche Gesteine sind in dieser Beziehung sehr wesentlich von Metallen verschieden. Man hat die Frage aufgeworfen, wie die Veränderungen, welche sich nur wenige Fuss von der Contactgrenze mit einem Gang erstrecken, mehrere Meilen mächtige Gebirgsmassen von krystallinischen Schichten durchdringen konnten. Nun ist es aber entschieden, dass der plutonische Einfluss des Syenits in Norwegen zuweilen auf Strecken von vielen Hunderten von Fussen die versteinerungsführenden Schichten sowohl in der Richtung ihres Fallens als Streichens verändert habe, wie Fig. 126 zeigt. Obgleich dies ohne Zweifel ein ausserordentlicher Fall ist, so ist es doch weit vernunftgemässer, anzunehmen, dass dieser Einfluss unter günstigen Umständen auf weit mächtigere Massen eingewirkt habe, als eine neue Ursache aufzufin-

Digitized by Google

den, um Wirkungen zu erklären, die nur in der Menge und nicht in der Art verschieden sind. Die metamorphische Theorie verlangt nicht die Bestätigung, dass irgend eine benachbarte Granitmasse die verändernde Kraft war, sondern nur, dass eine im Innern der Erde, in einer unbekannten Tiefe eine Kraft, entweder Wärme, Elektricität oder eine andere ähnlich der, welche in der Nähe eindringender Granitmassen ausgeübt worden, vorhanden sey und die in dem Verlauf ungeheurer und unbestimmter Perioden und vielleicht von einer ausgedehnten erhitzten Oberfläche emporsteigend, Schichten von vielen tausend Fuss Mächtigkeit in einen Zustand halber Schmelzung gebracht hat, so dass sie bei der Abkühlung, wie der Gneis, krystallinisch werden mussten. Granit mag ein anderes Resultat derselben Wirkung im höhern Grade der Intensität seyn, wodurch eine vollkommene Schmelzung veranlasst wurde, und auf diese Weise mag sich der Uebergang von dem Granit in den Gneis erklären lassen.

Einige Geologen sind der Meinung, dass die abwechselnden Lagen von Glimmer und Quarz, oder von Glimmer und Feldspath, oder von Kalk und Feldspath, in gewissen metamorphischen Felsarten eben so verschieden sind, als die Gemengtheile, welche abwechselnde Schichten in manchen sedimentären Niederschlägen hervorbringen. Wir müssen daher annehmen, dass die ähnlichen Theilchen eine Molecularanziehung auf einander ausgeübt und sich daher in Schichten zusammengehäuft haben, die in mineralischer Zusammensetzung verschiedener waren, als ehe sie krystallisirten.

Digitized by Google

Betrachtet man daher die verschiedenen bereits aufgeführten Data, die Formen der Schichtung in metamorphischen Gesteinen, ihren Uebergang auf der einen Seite in versteinerungsführende und auf der andern in plutonische Formationen, so wie die Verwandlungen, welche, wie wir überzeugt sind, in der Nachbarschaft des Granits vor sich gegangen sind, so dürfen wir folgern, dass Gneis und Glimmerschiefer nichts anderes, als veränderte glimmerige und thonige Sandsteine, dass körniger und auch dichter Quarz von kieseligem Sandstein gebildet worden sind. Thonschiefer mag veränderter Schieferthon und körniger Marmor mag in der Form von gewöhnlichem Kalkstein, Muscheln und Korallen enthaltend, die seitdem verschwunden sind, gebildet worden seyn; endlich mögen kalkiger Sand und Mergel in unreinen krystallinischen Kalkstein verwandelt worden seyn.

Hornblendeschiefer mag anfänglich blosser Thon gewesen seyn; denn man hat Thon oder Schiefer durch Trapp in Kieselschiefer verwandelt gefunden, welcher von dem Hornblendeschiefer fast nur durch die Dichtigkeit und Gleichförmigkeit der Textur verschieden war. Auf der Insel Shetland ist der Thonschiefer, da, wo er mit Granit in Berührung gekommen, zuweilen in Hornblendeschiefer verwandelt, indem der Thonschiefer erst kieselig geworden und dann in jenes Gestein verändert worden ist. — Dieselbe Erscheinung kann man an mehrern Punkten am Harz wahrnehmen.

Der mit hypogenen Gesteinen vorkommende Anthracit mag Steinkohle gewesen seyn; denn wir wissen, dass in der Nachbarschaft einiger Trappgänge Kohle in Anthracit verwandelt worden ist.

Digitized by Google

Der gänzliche Mangel irgend einer Spur von Versteinerungen hat manche Geologen veranlasst, die Entstehung der krystallinischen Schichten einer der Existenz organischer Wesen vorangehenden Periode zuzuschreiben. Nehme man an, sagen sie, dass die Zerstörung der Versteinerungen in einigen Fällen durch plutonische Wirksamkeit erfolgt sey, so dürfe man erwarten, dass Spuren derselben öfterer in gewissen ältern Schichten, in denen, wie z. B. in Cumberland, gewisse Konglomerate vorkommen. Jedoch scheint bei der Geltendmachung dieses Grundes vergessen zu seyn, dass es ungeheuer mächtige geschichtete Formationen von sehr verschiedenartigem Alter und unter denen einige sehr neue sind, gibt, die sämmtlich gebildet worden sind, nachdem die Erde der Aufenthalt lebender Geschöpfe geworden war und die dennoch in gewissen Gegenden durchaus keine Spuren organischer Körper enthalten. In manchen mögen die Spuren der Versteinerungen durch Wasser und durch Säuren zu manchen verschiedenen Perioden verwischt worden seyn und es ist klar, dass, je älter die Schicht, um so grösser auch der Zufall seyn kann, dass sie nicht versteinerungsführend, selbst wenn sie allen metamorphischen Einwirkungen entgangen sind.

Man hat gegen die metamorphische Theorie auch den Einwurf gemacht, dass die chemische Zusammensetzung der secondären Schichten wesentlich von der des krystallinischen Schiefers, in welchen sie verwandelt werden sollen, verschieden sey. Die primären Schiefer, wird behauptet, enthalten gewöhnlich einen bedeutenden Theil Kali oder Natron, welches bei den secondären Thonen nicht der Fall ist, indem letztere

das Resultat der Zersetzung der feldspathhaltigen Gesteine sind, denen das Alkali während des Zersetzungsprocesses entzogen ist. Jedoch beruhen diese Folgerungen auf unzulänglichen und dem Anschein nach missverstandenen Angaben; denn ein grosser Theil von dem, was gewöhnlich Thon, Mergel und Schieferthon genannt worden ist, enthält wirklich eine gewisse und oft nicht unbedeutende Menge von Alkali. In manchen Gegenden hält es schwer, Thon zu erlangen, der ganz frei von alkalinischen Stoffen ist, um ihn zu Ziegelsteinen und zur Töpferei benutzen zu können.

So sind die Schieferthone des alten rothen Sandsteins in Forfarshire und in andern Gegenden Schottlands durch zerriebenen Feldspath so alkalinisch, dass sie im Feuer, anstatt hart zu werden, leicht zu einem Glase schmelzen. Sie enthalten keinen Kalk, sondern scheinen aus ausserordentlich feinen Körnern der verschiedenen Granitgemengtheile zu bestehen, die in den grobkörnigern Varietäten, so wie in fast allen eingelagerten Sandsteinen, deutlich zu unterscheiden sind. Diese blättrigen Thone, Mergel und Schieferthone würden gewiss, wenn krystallisirt, in der Zusammensetzung manchen primären Schichten gleichen.

Auch die in den Schichten eingeschlossenen Pflanzenreste enthalten Kali und Natron findet sich in den Salzen, mit denen sie zuweilen so stark imprägnirt sind, wie z. B. in Patagonien.

Ein anderer Einwurf ist von der Wechsellagerung stark krystallinischer Schichten mit andern von minder krystallinischer Textur hergenommen worden. Die Hitze, wird behauptet, muss bei ihrem Emporsteigen von unten die minder veränderten Schiefer durchdringen, ehe sie

Digitized by Google

ein höher liegendes und mehr krystallinisches Lager erreichte. Gegen diesen Einwurf muss bemerkt werden, dass, wenn eine Anzahl von in ihren Gemengtheilen sehr von einander verschiedenen Schichten gleichen Hitzgraden unterworfen werden, aller Wahrscheinlichkeit nach die einen schmelzbarer, als die andern seyn werden. Manche z. B. werden Kali, Natron, Kalk, oder irgend eine andere, als einen Fluss wirkende Substanz enthalten, während in andern dieselben Substanzen fehlen und sie so strengflüssig sind, dass sie kaum von einem Hitzgrad angegriffen werden, der andere halb schmilzt. Auch darf nicht vergessen werden, dass der allgemeinen Regel nach die minder krystallinischen Gesteine wirklich in den obern und die mehr krystallinischen in den untern Theilen jeder metamorphischen Reihe vorkommen.

Jedoch wird es dem Leser unmöglich seyn, die eigentliche Bedeutung des Ausdrucks metamorphisch, der auf die bis jetzt primär genannten Schichten angewendet wird, gehörig zu fassen, bis dass wir in der zweiten Abtheilung dieses Werks dargethan haben, dass diese krystallinischen Schichten zu sehr verschiedenen Perioden gebildet worden sind.

Digitized by Google

Zweite Abtheilung.

Zwölftes Kapitel.

Von dem verschiedenen Alter der vier grossen Klassen von Gebirgsarten.

In der ersten Abtheilung dieses Werks wurden die vier grossen Klassen von Gebirgsarten, die wässerigen, vulkanischen, plutonischen und die metamorphischen in Beziehung auf ihre äussern Kennzeichen, ihre mineralogische Zusammensetzung und ihre Entstehungsweise betrachtet, und es bleibt uns nun noch übrig, von denselben Klassen in Beziehung auf die verschiedenen Perioden ihrer Bildung zu reden. Indem wir z. B. von den wässerigen oder neptunischen Gebirgsarten handelten, wurde gezeigt, dass sie geschichtet, dass einige kalkig, andere thonig seyen, dass einige aus Sand, andere aus Geschieben bestehen; dass einige Süsswasser-, an-

Digitized by Google

dere Meeresversteinerungen enthalten u. s. f. Allein wir haben nun noch zu lernen, welche Gesteine, die eine oder alle diese Kennzeichen entwickeln, zu der einen Periode und welche zu einer andern der Geschichte der Erde entstanden sind.

Auch bei den vulkanischen und plutonischen Formationen untersuchten wir bisher nur ihre mineralischen Eigenthümlichkeiten, ihre Gestaltung und Entstehungsweise, müssen aber nun noch in ihre chronologische Geschichte eingehen.

Endlich wird eine Frage unsere besondere Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen, nämlich wenn wir es versuchen, das relative Alter der metamorphischen Felsarten zu bestimmen, deren Chronologie gewissermaasen zweifach ist, indem jede Formation zu einer gewissen Periode abgesetzt wurde und zu einer andern eine krystallinische Textur annahm.

Viele Jahre hindurch war es eine angenommene Meinung, dass die Bildung ganzer Gebirgsklassen, wie die plutonische und metamorphische begann und endigte, ehe noch irgend Glieder der wässerigen und vulkanischen Ordnungen entstanden waren; und obwohl diese Idee längst verändert und fast ganz aufgegeben ist, so wird es dennoch nöthig seyn, einige Bemerkungen über die alte Lehre zu machen, um unsere Leser in den Stand zu setzen, zu erkennen, woher ein Theil der noch jetzt hin und wieder in Anwendung stehenden geologischen Nomenklatur entlehnt worden ist.

Um die Mitte des vorigen Jahrhunderts schlug der Bergrath Lehmann in Berlin in seiner „Geschichte von Flötzgebirgen“ (Berlin 1756) vor, die Gebirgsarten in drei Klassen zu

Digitized by Google

theilen, von denen er die erste und älteste, welche die plutonischen und metamorphischen Gesteine umfasste, die Ganggebirge, die zweite, welche alle wässerigen und versteinerungsführenden Schichten begriff, die Flötzgebirge nannte und die dritte Klasse als die Wirkungen lokaler Fluthen und der Noah'schen Sündfluth ansah und darunter unsere jetzigen ältern und neuern Alluvionen begriff. Die Ganggebirge, wie Granit und Gneis, enthielten, seiner Angabe nach, weder organische Reste, noch irgend eine Spur von Materialien, die aus der Zerstörung älterer Felsarten entstanden. Ihre Entstehung musste daher rein chemisch gewesen seyn, sie musste vor der Schöpfung lebender Wesen und wahrscheinlich gleichzeitig mit der Entstehung der Welt selbst erfolgt seyn. Die secundären oder Flötzformationen dagegen, welche oft Sand, Geschiebe und organische Reste enthalten, mussten mechanisch niedergeschlagen und nachdem der Planet der Wohnplatz von Thieren und Pflanzen geworden, entstanden seyn. Diese kecken allgemeinen Umrisse, welche jedoch der Italiener Stenon schon ein Jahrhundert früher fast eben so entwickelt hatte, bildeten zu jener Zeit einen sehr wichtigen Schritt zur Förderung der Geologie und gaben die richtigen Grundlinien zu den Hauptabtheilungen, in welche Felsarten getrennt werden können. Ohngefähr dreissig Jahre später versuchte es Werner in Freiberg, der sich durch seine verbesserte Methoden, die mineralogischen Kennzeichen der Felsarten festzustellen, ein bleibendes Verdienst um die Geologie erworben hat, Lehmann's Klassifikation zu verbessern und fügte zu dem Ende eine Klasse zwischen der

Digitized by Google

primitiven Formation (die er die Urgebirge nannte) und der Flötzformation hinzu. Er beobachtete nämlich im nördlichen Deutschland zwischen beiden eine Reihe von Schichten, die in ihrem mineralischen Charakter eine Zwischenstufe zeigten, indem sie auf der einen Seite in gewisser Hinsicht an der krystallinischen Beschaffenheit des Glimmer- und des Thonschiefers Theil nahmen und auf der andern doch hin und wieder Zeichen mechanischen Ursprungs und organischer Reste hatten. Er nannte die Glieder dieser Formation daher Uebergangsgebirge. Sie bestanden hauptsächlich aus Thonschiefer und aus einem thonigen Sandstein, Grauwacke genannt, wozu auch noch Kalksteinlager kommen. Für die dritte Klasse behielt Werner den Lehmann'schen Namen Flötzgebirge bei, der daher rührt, dass dieselben in Thüringen, wo beide Geologen dieselben beobachteten, mehr horizontal lagen, wogegen in den benachbarten höhern Gebirgen die Schichten der Ur- und Uebergangsgebirge eine starke Neigung hatten. Alle Niederschläge, die jünger als die Kreide waren, nannte Werner aufgeschwemmtes Land, welches gleichbedeutend mit Alluvium ist. Da der Name Flötzformationen jedoch nur mehr von einem lokalen Charakter dieser Schichten entlehnt worden war, so wurde er, besonders in England und Frankreich, mit der Benennung secundäre Formationen vertauscht.

Die Trappfelsarten wurden, obgleich ihre feurige Entstehung bereits von Arduino, Fortis, Faujas und Andern, hauptsächlich von Desmarest nachgewiesen worden war, von Werner als wässerige Bildungen und als mehr

untergeordnete Glieder der Flötzformationen angesehen *).

Werner's Theorie wurde die „neptunistische“ genannt und war viele Jahre hindurch sehr allgemein. Werner nahm an, dass die Erde zuerst von einem allgemeinen chaotischen Ocean umgeben war, welcher die Materialien aller Gesteine aufgelöst enthielt. Aus den Gewässern dieses Oceans wurden zuerst Granit, Gneis und andere krystallinische Formationen niedergeschlagen und wenn alsdann die Gewässer von diesen Bestandtheilen gereinigt worden waren und mehr denen unserer jetzigen Meere glichen, wurden die Uebergangsschichten abgesetzt. Diese waren von gemischtem Charakter, nicht rein chemisch, weil die Wellen und Strömungen bereits festes Land zerstört und Veranlassung zur Entstehung von Geschieben, Sand und Schlamm gegeben hatten. Sie waren nicht ohne Versteinerungen, weil bereits die ersten Meeresthiere lebten. Nach dieser Periode wurden die secundären Formationen in Gewässern, die denen unserer jetzigen Oceane glichen, angehäuft; jedoch kehrten in Folge gänzlich unerklärter Ursachen die chaotischen Fluthen theilweis wieder zurück und es schlugen sich verschiedene Trappfelsarten nieder, von denen einige sehr krystallinisch waren. Diese willkührliche Hypothese verwarf alle Einwirkung feuriger Ursachen, indem die Vulkane als lokale und nur die

*) Eine Uebersicht der Geschichte der Geologie findet man in den Kap. 2—4 des ersten Theils von den Grundsätzen der Geologie und noch mehr entwickelt in Fr. Hoffmann's nachgelassenen Werken Bd. II. Berlin 1838. S. 12—270.

Digitized by Google

Erdoberfläche betreffende Ereignisse angesehen wurden, die unter den grossen Ursachen, welche die äussere Struktur des Erdkörpers verändert hatten, von geringem Belang waren.

Mittlerweile behauptete der Schotte Hutton, ein Zeitgenosse Werner's, die feurige Entstehung des Granits und des Trapps und dass sie sich zu verschiedenen Perioden in einem flüssigen Zustand in verschiedene Theile der Erdrinde eingedrängt hätten. Er erkannte und beschrieb manche von den Erscheinungen der Granitgänge und der durch dieselben an den durchbrochenen Schichten hervorgebrachten Veränderungen, von denen wir im 9. Kap. redeten, sehr genau. Ausserdem stellte er auch noch die Meinung auf, dass die sogenannten primitiven krystallinischen Schichten nicht aus einem Urmeere niedergeschlagen, sondern durch Hitze veränderte sedimentäre Schichten seyen. In Hutton's und in den Schriften seines Kommentators, Playfair, finden wir daher den Keim von der in den beiden vorhergehenden Kapiteln entwikkelten metamorphischen Theorie.

Endlich und nach manchen Widersprüchen wurde die Doktrin von der feurigen Entstehung des Trapps und des Granits allgemein angenommen; allein obgleich dem zu Folge zugegeben, dass sowohl Granit als Trapp zu manchen auf einander folgenden Perioden gebildet worden waren, so wurde der Ausdruck primitiv oder primär oder Ur dennoch fortwährend auf die krystallinischen Formationen im Allgemeinen, sowohl auf geschichtete wie Gneis, oder auf ungeschichtete, wie Granit, angewendet. Dem Anfänger wurde gesagt, dass Granit ein Urgestein sey, allein dass einige Granite neuer als

Digitized by Google

gewisse secundäre Formationen seyen; und in Uebereinstimmung mit dem Geiste der alten Sprache, woran der Lehrer noch hing, wurde natürlich ein Verlangen erzeugt, die Wichtigkeit der neuern Granite, welche neue Beobachtungen beständig ans Licht brachten, zu vermindern.

Eine nicht weniger entschiedene Neigung zeigte sich, auf den Gebrauch des Ausdrucks „Uebergangsgebirge" zu bestehen, nachdem er sich als eben so unrichtig in seiner ursprünglichen Anwendung gezeigt hatte, als der von Flötzgebirgen. Der Name Uebergangsgebirge war, wie bereits bemerkt, zuerst von Werner zur Bezeichnung eines mineralischen Charakters angewendet worden, der zwischen dem metamorphischen und dem Zustande der gewöhnlichen versteinerungsführenden Felsarten stand. Allein der Ausdruck erlangte auch von vorn herein eine chronologische Wichtigkeit, weil er auf sedimentäre Bildungen angewendet worden war, die in dem Harz und in andern Theilen Deutschlands älter als die ältesten Glieder der secundären oder Flötzreihen und durch eigenthümliche fossile Zoophyten und Muscheln charakterisirt waren. Wenn daher Geologen in andern Gegenden geschichtete Felsarten in denselben Lagerungsverhältnissen und ähnliche Versteinerungen umschliessend fanden, so nannten sie dieselben nach den im folgenden Kapitel zu erläuternden Regeln auch Uebergangsgebirgsarten; allein in manchen Fällen fand man, dass sie nicht dieselbe mineralische Textur zeigten, welche Werner als charakteristisch für die Uebergangsgesteine annahm. Im Gegentheile waren manche derselben nicht mehr krystallinisch als verschiedene Glieder der secundären Classe;

Digitized by Google

während auf der andern Seite manche zuweilen ein halbkrystallinisches und ganz metamorphisches Ansehn annahmen und demnach aus lithologischen Gründen ebenfalls auf den Namen von Uebergangsgesteinen Ansprüche machen könnten. Dies war auf eine so bemerkenswerthe Weise in den Schweizer Alpen der Fall, dass gewisse Gesteine, welche vor Jahren durch die geschicktesten Schüler Werner's als zu den Uebergangsgebirgen gehörig angesehen worden waren, nachdem man ihre Lagerungsverhältnisse und ihre Versteinerungen besser kennen gelernt hatte, als Glieder der neuesten secundären Gruppen gehörig erkannt wurden. Wenn unter solchen Umständen der Name Uebergangsgebirge beibehalten wurde, so ist es klar, dass er ohne Beziehung zu dem Alter der Schichten und nur als Ausdruck der mineralogischen Eigenthümlichkeiten angewendet werden musste. Die fortgesetzte Anwendung des Ausdrucks auf Formationen von gegebenem Alter veranlasste die Geologen zu dem Glauben, dass die alten so benannten Schichten eine geringere Aehnlichkeit zu den secundären haben, als wirklich der Fall ist, so wie sie auch zu der Annahme führen musste, dass diese letztern nie, wie sie häufig thun, in metamorphische Gesteine übergehen könnten.

Der englische Dichter Waller sagt, indem er sich über den veralteten Styl Chaucer's beklagt:

> Wir schreiben in Sand, unsere Sprache wächst
> Und gleich der Fluth unser Werk übersteigt.

In der Geologie findet aber das Entgegengesetzte statt; denn hier ist es unser Werk,

Digitized by Google

welches die Sprache übersteigt. Die Fluth der Beobachtung schreitet so schnell vor, dass Verbesserungen in der Theorie die Veränderungen der Nomenklatur zuvorkommen und der Versuch, neue Wahrheiten durch Worte einzuprägen, die den Zweck haben, eine verschiedene oder entgegengesetze Meinung auszudrücken, bestrebt sich fortwährend, vermöge der Verbindung, einen Irrthum fortzupflanzen, so dass von der Vernunft verworfene Lehrsätze stets eine bedeutende Einwirkung auf die Einbildungskraft behalten.

Um die alten chronologischen Ansichten mit der neuen Lehre von der feurigen Entstehung des Granits in Uebereinstimmung zu bringen, trat die folgende Hypothese an die Stelle des Neptunismus. Anstatt mit einem wässerigen Auflösungsmittel oder einer chaotischen Flüssigkeit zu beginnen, nahm man an, dass die Materialien der jetzigen Erdrinde zuerst im Zustande der feurigen Schmelzung existirten, bis dass ein Theil der Hitze sich in dem umgebenden Raume vertheilt hatte, die Oberfläche der feurigen Flüssigkeit erhärtete und eine Granitrinde bildete. Diese Decke von krystallinischem Gestein, die mit fortschreitender Abkühlung immer dicker wurde, war anfänglich so heiss, dass kein Wasser darauf existiren konnte. Als aber die Erkaltung weiter fortschritt, verdichteten sich die Wasserdämpfe in der Atmosphäre, fielen als Regen nieder und bildeten den ersten warmen Ocean. Die Temperatur dieses siedenden Meeres war so hoch, dass kein Geschöpf darin leben konnte und seine Niederschläge waren daher nicht allein versteinerungslos, sondern auch gleich denen einiger heissen

Quellen krystallinisch. Daher der Ursprung der primären oder krystallinischen Schichten.

Später, als die granitische Rinde theilweis aufgebrochen war, begannen Land und Berge über die Gewässer emporzusteigen und atmosphärische, so wie fliessende Gewässer zerstörten Felsen, so dass der Niederschlag über den Meeresboden verbreitet wurde. Dennoch war die noch in den festen unterliegenden Substanzen enthaltene Hitze hinreichend, um die von dem Wasser ausgeübte chemische Wirksamkeit zu erhöhen, jedoch nicht in dem Grad, um die Einführung und Zunahme einiger lebenden Wesen zu verhindern. Während dieses Zustandes der Dinge wurden einige von den übrig gebliebenen Mineralstoffen des Urmeeres niedergeschlagen und bildeten halb chemische und halb mechanische Niederschläge mit wenigen Versteinerungen (Werner's Uebergangsgebirge).

Diese neue Theorie, welche zum Theil ein Wiederbeleben der Leibnitz'schen, 1680 bekannt gewordenen Lehre von der feurigen Entstehung des Planeten war, behielt noch die alten Begriffe von der Priorität aller krystallinischen Gesteine vor der Schöpfung organischer Wesen bei; und die Meinung, dass alle halbkrystallinischen und zum Theil versteinerungsführenden Gesteine zu einer Periode gehörten, während alle erdigen und unkrystallinischen Formationen in einer spätern Epoche entstanden, wurde ebenfalls nicht aufgegeben.

Mag nun die Vorstellung des grossen Leibnitz, dass der Planet einst im feurig flüssigen Zustand existirte, wahr seyn oder nicht, so gibt es doch sicher keine geologischen Beweise, dass der Granit, der den Grund von einem so bedeu-

Digitized by Google

tenden Theil der Erdrinde bildet, je allgemein geschmolzen war. Im Gegentheil sucht unsere ganze Ueberzeugung zu beweisen, dass die Bildung des Granits gleich dem Niederschlage der geschichteten Felsarten nach und nach erfolgte und dass verschiedene Theile des Granits zu verschiedenen und oft sehr von einander entfernten Perioden in einem geschmolzenen Zustande gewesen sind. Die eine Masse war fest und wurde gebrochen, ehe ein anderer Körper von granitischer Materie in dieselbe hineingetrieben wurde, oder ehe er dieselbe in Gestalt von Gängen durchbrach. Kurz, die allgemeine Flüssigkeit der krystallinischen Fundamente der Erdrinde kann nur in demselben Sinne genommen werden, als die Allgemeinheit des Urmeeres. Alles Land ist von Wasser bedeckt gewesen, jedoch nicht zu gleicher Zeit; eben so sind auch alle unterirdischen ungeschichteten Felsarten, zu denen wir gelangen können, geschmolzen gewesen, allein nur nicht gleichzeitig.

In unserm Werke werden die vier grossen Klassen von Gebirgsarten, die wässerigen, plutonischen, vulkanischen und metamorphischen vier parallele oder fast parallele Kolonnen auf einer chronologischen Tabelle bilden. Sie müssen als vier Reihen von Denkmählern, die sich auf vier gleichzeitige oder fast gleichzeitige Reihen von Ereignissen beziehen, betrachtet werden. Auf der Tafel 1 habe ich es versucht, die Art und Weise, wie Glieder von jeder der vier Klassen zu jeder geologischen Periode gleichzeitig entstanden sind, graphisch auszudrücken. Nach dieser Ansicht muss die Erdrinde seit undenklichen Zeiten oben und unten durch wäs-

Digitized by Google

serige und feurige Ursachen fortwährend umgebildet worden seyn. Auf dieselbe Weise, wie jetzt wässerige und versteinerungsführende Schichten in gewissen Meeren oder Seen gebildet werden, während an andern Punkten vulkanische Gesteine auf der Oberfläche ausgebrochen sind und mit Behältern geschmolzener Materie in ungeheuren Tiefen in den Eingeweiden der Erde in Verbindung stehen, — so waren zu jeder Periode der Vergangenheit versteinerungsführende Niederschläge und an die Oberfläche getriebene vulkanische Felsarten in fortwährender gleichzeitiger Bildung mit andern von unterirdischem und plutonischen Ursprunge begriffen, und manche sedimentäre Schichten waren der Hitze ausgesetzt und nahmen eine krystallinische oder metamorphische Struktur an.

Durch nichts kann aber bewiesen werden, dass während aller dieser Veränderungen die feste Erdrinde an Stärke zugenommen habe. In Beziehung auf wässerige Wirksamkeit ist gezeigt, dass der Gewinn an neuen Niederschlägen und der Verlust durch Entblössung zu jeder Zeit sich gleich gewesen sind und auf gleiche Weise mag im untern Theile der Erdrinde die Anhäufung neuer krystallinischer Gesteine in den auf einander folgenden Zeiträumen nur dem Verluste das Gleichgewicht gehalten haben, der durch das Schmelzen der vorher fest gewordenen Materialien entstanden ist. Was nun das relative Alter der krystallinischen Fundamente der Erdrinde im Verhältniss zu den darauf gelagerten versteinerungsführenden und vulkanischen Felsarten betrifft, so haben wir bereits im ersten Kapitel bemerkt, dass hierüber eine Meinung auszusprechen eben so schwierig

Digitized by Google

ist, als sogleich zu entscheiden, ob das Fundament oder das Gebäude eines alten auf Pfählen ruhenden Baues die ältesten sind. Wir sahen, dass zur Beantwortung dieser Frage wir zuvörderst vorbereitet seyn müssen, zu erkennen, ob die Zerstörung und Wiederherstellung oben oder unten am schnellsten vor sich gegangen ist, ob die allgemeine Dauer der Pilotage die des steinernen Gebäudes übertroffen hat, oder umgekehrt. Dasselbe Verhältniss findet in Beziehung auf das relative Alter des obern und des untern Theils der Erdrinde statt; wir können hierüber kaum einmal eine Folgerung wagen, wenn wir nicht im Allgemeinen wissen, ob die Kraft der Gewässer an der Oberfläche, oder die des Feuers unten am wirksamsten ist, um der festen Materie neue Formen zu ertheilen.

Nach den gemachten Bemerkungen wird der Leser einsehen, dass der Ausdruck primäre oder Urgebirge entweder gänzlich aufgegeben werden, oder, wenn man ihn beibehält, ganz anders erklärt und nicht zur Bezeichnung einer Reihe von krystallinischen Gesteinen angewendet werden muss, von denen einige neuer als die secundären Formationen seyn mögen. Ich werde in diesem Werke fast ganz der vom Dr. Boué vorgeschlagenen Methode folgen, indem derselbe alle versteinerungsführenden Felsarten, die älter als die secundären sind, primäre nennt, welche Bezeichnung daher den Ausdruck der Uebergangsgebirge, in so fern er sich auf wässerige Schichten bezieht, ersetzt. Um übrigens jedes Missverständniss zu vermeiden, nennen wir dieselben primäre versteinerungsführende Formationen, weil das Wort primär bis jetzt

Digitized by Google

fast unzertrennbar mit dem Begriff einer versteinerungslosen Felsart verbunden war.

Kann von irgend einer plutonischen, vulkanischen oder metamorphischen Felsart gezeigt werden, dass sie älter als die secundären Formationen ist, so muss man sie nach diesem System ebenfalls primär nennen. Dr. Boué, der sehr passend die metamorphischen Gesteine als eine Klasse von den primären Formationen geschieden hat, schlägt vor, sie „krystallinische Schiefer" zu nennen und beschränkt den Namen primäre Formationen auf die ältern versteinerungsführenden oder Uebergangsschichten.

Da es secundäre versteinerungsführende Schichten gibt, so werden wir auch finden, dass plutonische, vulkanische und metamorphische Gesteine von gleichzeitiger Entstehung vorkommen, die ich auch secundäre nennen muss.

Im nächsten Kapitel wird gezeigt werden, dass die Schichten über der Kreide tertiäre genannt worden sind. Wenn wir daher irgend vulkanische, plutonische oder metamorphische Gesteine finden, die seit dem Niederschlage der Kreide gebildet worden sind, so werden dieselben ebenfalls den Rang der tertiären Formationen einnehmen.

Man könnte vielleicht angeben, dass einige metamorphische Schichten und einige Granite früher als die ältesten primären versteinerungsführenden Felsarten entstanden seyen. Diese Meinung ist sicher nicht unwahrscheinlich und wird in folgenden Kapiteln besprochen werden; allein ich muss hier bemerken, dass, wenn wir die vier Felsartenklassen in vier parallele Kolonnen einer chronologischen Tabelle einreihen, durchaus nicht gemeint ist, dass diese Kolon-

Digitized by Google

nen gleiche Länge haben. Die eine kann zu einer frühern Periode als die übrigen beginnen und eine andere kann bis zu einem spätern Zeitpunkte hinabreichen. Es lässt sich kaum erwarten, dass wir an dem kleinen bis jetzt untersuchten Theile des Erdkörpers den ältesten oder den neuesten aller vier Klassen von Felsarten gefunden haben sollten. Wenn es daher primäre, secundäre und tertiäre Gesteine der versteinerungsführenden Klasse und eben so primäre, secundäre und tertiäre plutonische Formationen gibt, so können wir dennoch das älteste der primären versteinerungsführenden Lager oder die neueste der plutonischen Massen u. s. f. nicht kennen.

Dreizehntes Kapitel.

Von dem verschiedenen Alter der wässerigen Felsarten.

In dem letzten Kapitel sprachen wir im Allgemeinen von den chronologischen Verhältnissen der vier grossen Klassen von Gebirgsarten und wir müssen uns nun zu den wässerigen oder neptunischen Felsarten insbesondere, oder zu den successiven Perioden wenden, zu welchen die verschiedenen versteinerungsführenden Formationen niedergeschlagen worden sind.

Nun gibt es drei hauptsächliche Unterscheidungskennzeichen, durch welche das Alter einer

gegebenen Schichtenreihe bestimmt werden kann, nämlich zuvörderst Auflagerung, zweitens mineralischer Charakter und drittens organische Reste. Einige Hilfe kann gelegentlich von einem vierten Unterscheidungszeichen, nämlich davon entnommen werden, ob ein Niederschlag die Bruchstücken vorher existirender Felsarten umschliesst, welche letztere beim Mangel einer jeden andern Ueberzeugung die ältere von beiden seyn muss.

Auflagerung. — Das erste und hauptsächlichste Unterscheidungskennzeichen des Alters eines wässerigen Niederschlags im Vergleich zu einem andern geben die Lagerungsverhältnisse. Wir haben schon bemerkt, dass bei horizontalen Schichten das oberste Lager das neueste von allen und das untenliegende das älteste ist. So ist eine Reihe sedimentärer Formationen gleich den Bänden der Geschichte, in denen jeder Schriftsteller die Annalen seiner eignen Zeit erzählt und dann das Buch, die letzte geschriebene Seite nach oben und unmittelbar auf denjenigen Band niedergelegt hat, in welchem die Ereignisse des unmittelbar vorhergehenden Zeitraums berichtet worden sind.

Jedoch zeigen sich, wie wir schon weiter oben im 5. Kapitel sahen, manche Punkte in der Erdrinde, an denen die Schichten gestört und zuweilen ganz umgekehrt worden sind. Der erfahrne Geolog wird sich jedoch durch diese ausnahmweisen Fälle nicht täuschen lassen. Findet er, dass die Schichten gebrochen, gekrümmt, geneigt oder senkrecht gestellt worden sind, so erkennt er, dass die ursprünglichen Lagerungsverhältnisse zweifelhaft sind, und er versucht es alsdann, an irgend einem benachbarten Punkte Durchschnitte zu finden, wo die Schichten hori-

Digitized by Google

zontal oder nur wenig geneigt sind. Dort ist es unmöglich, dass sie übergestürzt oder das Oberste nach unten gedreht ist; denn eine solche Störung kann nicht durch weite Strecken statt gefunden haben, ohne Zeichen der Verwerfungen etc. zu hinterlassen.

Mineralcharakter. — Oft behält eine Felsart Meilen, ja Hunderte von Meilen weit dieselben mineralischen Eigenthümlichkeiten bei, wenn wir sie in der Richtung der Schichtungsebenen verfolgen. Allein diese Gleichförmigkeit verschwindet fast unmittelbar, sobald sie in entgegengesetzter Richtung verfolgt werden. In diesem Falle können wir kaum je durch eine geschichtete Masse nur wenige Hunderte von Fussen, geschweige denn mehrere Meilen dringen, ohne eine Reihe von ausserordentlich unähnlichen Kalk-, Thon- und Sandsteinfelsarten zu treffen. Diese Erscheinungen lassen uns folgern, dass Flüsse und Ströme denselben Niederschlag zu einer Periode über weite Räume verbreitet, zu verschiedenen auf einander folgenden Räumen aber verschiedene Gemengtheile enthalten haben. Die ersten Beobachter waren über die weiten Räume, über welche sie dieselbe gleichartige Gebirgsart in horizontaler Richtung zu verfolgen im Stande waren, so erstaunt, dass sie sehr voreilig die Meinung auffassten, der ganze Erdkörper sey von einer Reihe von verschiedenen wässerigen Formationen umgeben, die rings um den Kern des Planeten, wie die concentrischen Schalen einer Zwiebel angeordet seyen. Obgleich aber wirklich gewisse Formationen über Länder, die so gross als das halbe Europa und selbst noch grösser sind, verfolgt werden können, so endigen doch die meisten innerhalb

Digitized by Google

weit engerer Grenzen, oder verändern bald ihren lithologischen Charakter. Zuweilen werden sie nach und nach dünner, als wenn es nach jener Richtung an Niederschlag gefehlt hätte, oder sie endigen plötzlich, als wenn wir zu dem Gestade des alten Meeres oder Sees, welche zu seiner Aufnahme dienten, gelangt wären. Nicht minder häufig ist es auch der Fall, dass sie im mineralischen Ansehn und in den Gemengtheilen verschieden sind, wenn wir sie in horizontaler Richtung verfolgen; so z. B. einen Kalkstein 30 Meilen weit, bis dass er sandiger wird und zuletzt in Sand oder Sandstein übergeht. Wir können alsdann diesen Sandstein, der vermöge seiner Continuität als von gleichem Alter angesehen werden muss, durch eine andere Gegend ebenfalls 30 Meilen weit verfolgen.

Organische Reste. — Dieser Charakter muss als Kennzeichen des Alters einer Formation oder der gleichzeitigen Entstehung zweier von einander entfernten Niederschläge fast unter denselben Beschränkungen angewendet werden, als der lithologische oder mineralische.

Zuvörderst können Versteinerungen über ausgedehnte Gegenden verfolgt werden, wenn wir die Schichten in der Richtung ihrer Ebenen untersuchen, jedoch durchaus nicht auf unbeschränkte Strecken. Dies ist auch zu erwarten; denn obgleich manche Thier- und Pflanzenspecies eine bedeutende geographische Verbreitung haben, so bewohnt jede Species im Allgemeinen doch nur einen kleinen Theil von dem ganzen Erdkörper und ist oft unfähig, in andern Gegenden zu existiren. Allein in den Fällen, in denen die Versteinerungen verschie-

Digitized by Google

den sind, bleibt der mineralische Charakter der Felsart oft constant und auf der andern Seite sind die Versteinerungen zuweilen in den Gegenden gleichförmig, wo die lithologische Beschaffenheit wechselt. Auf diese Weise sind wir oft im Stande, die gleichzeitige Entstehung derselben Formation durch ein Unterscheidungskennzeichen zu beweisen, wenn das andere fehlt.

Während zweitens dieselben Versteinerungen in einer besondern Reihe von Schichten auf 50 und mehrern Meilen in horizontaler Richtung vorherrschen, finden wir selten dieselben Reste mehrere Klafter und kaum einmal hundert Klafter in senkrechter oder die Schichten durchschneidender Tiefe. Diese Thatsache ist jetzt in fast allen Theilen des Erdkörpers erwiesen und hat zu der Ueberzeugung geführt, dass zu verschiedenen auf einander folgenden Perioden der Vergangenheit dieselbe Oberfläche von Land und Wasser von Thier- und Pflanzenspecien bewohnt worden, die eben so verschieden als diejenigen sind, welche jetzt an entgegengesetzten Punkten des Erdkörpers, oder in der kalten gemässigten und heissen Zone vorkommen. Es scheint, dass seit den entferntesten Perioden stets neue organische Formen entstanden und die, welche vorher auf der Erde existirten, erloschen sind; dass manche Species eine längere, manche eine kürzere Zeit existirt haben; dass aber auch keine, nachdem sie einmal ausgestorben, wieder aufgetreten sey. Das Gesetz, welches die Schöpfung und die Verlöschung der Species beherrscht, scheint in dem folgenden Verse des Ariost ausgedrückt zu seyn:

Nature il fece e poi ruppe la stampa.
Natur machte sie und zerbrach dann den Stempel.

Digitized by Google

Und dieser Umstand ist es, der den Versteinerungen ihren höchsten Werth als chronologische Unterscheidungskennzeichen gibt und der einer jeden von ihnen in den Augen des Geologen die Wichtigkeit ertheilt, welche Münzen und Medaillen für die Geschichte haben.

Von jeder besondern Abänderung der Felsarten kann man nicht dasselbe sagen, denn einige derselben, z. B. rother Mergel und rother Sandstein kommen zu gleicher Zeit oben, unten und in der Mitte der ganzen sedimentären Reihen vor und zeigen in jeder Lage eine so vollkommene Identität des mineralischen Ansehns, dass sie ununterscheidbar sind. Uebrigens kommen solche Wiederholungen derselben Gemengtheile des Niederschlags nicht oft in sehr verschiedenen Zeiträumen und an denselben Theilen des Erdkörpers vor, und selbst da, wo dies der Fall gewesen ist, können wir mit Hilfe der Versteinerungen und der Lagerungsverhältnisse gewöhnlich eine Verwechselung der Denkmähler entfernter Zeiten vermeiden.

Unterscheidungskennzeichen durch eingeschlossene Bruchstücke älterer Felsarten. Es wurde schon bemerkt, dass man zuweilen unabhängige Beweise von dem relativen Alter zweier Formationen durch die in eine neuere Felsart eingeschlossenen Bruchstücke einer ältern erhalte. Dieses Kennzeichen ist oft da von grossem Nutzen, wenn der Geolog das relative Alter zweier Formationen nicht bestimmen kann, weil ihm deutliche Durchschnitte fehlen, welche die wahren Lagerungsverhältnisse darstellen, oder weil die Schichten einer jeden Gruppe senkrecht stehen. In solchen Fällen finden wir zuweilen, dass das neuere

Digitized by Google

Gestein zum Theil von der Zerstörung des ältern gebildet worden ist. So kommt z. B. Kreide mit Feuersteinen und an einem andern Punkte derselben Gegend eine deutliche Reihe von abwechselnden Thon-, Sand- und Geschiebeschichten vor. Wenn nun einige von diesen Geschieben aus Feuersteinen mit Versteinerungen von denselben Speciен, als die in der Kreide vorhandenen bestehen, so dürfen wir zuversichtlich folgern, dass diese die älteste beider Formationen sey.

Die Anzahl der Gruppen, in welche die versteinerungsführenden Schichten getrennt werden können, sind je nach den Ansichten, welche verschiedene Geologen von der Klassifikation haben, mehr oder weniger zahlreich. Hat man aber ein gewisses System der Aneinanderreihung der Felsarten angenommen, so findet man sogleich, dass in irgend einem Durchschnitt oder in irgend einer Gegend nur wenige Glieder von der ganzen Reihe der Felsarten über einander vorkommen.

Schon im 2. Kapitel redeten wir von dem Auskeilen oder dem stufenweisen Verlieren der einzelnen Schichten durch Dünnerwerden derselben. Es seyen in Fig. 127 sieben versteinerungsführende Gruppen statt eben so vielen Schichten dargestellt. In der Mitte sind alle über einander liegenden Formationen dargestellt; allein da sich einige derselben verloren haben, so fehlen an dem einen Ende des Durchschnitts Nr. 2 und Nr. 5 und an dem andern Nr. 4.

Werfen wir einen Blick auf Taf. 1, so werden wir sehen, das die Schichten A übergreifend auf den ältern Gruppen a, b, c, e, f, g ruhen und dass wir in senkrechten Durchschnitten an

Digitized by Google

verchiedenen Punkten eine verschiedene Reihefolge finden. An dem einen Orte liegt A unmittelbar auf c an einem andern auf g. u. s. f. Hier ist der Unterschied zum Theil durch Entblössung bewirkt worden; so dehnten sich z. B. die Formationen a, b weit mehr nach der Linken aus und würden ohne Einwirkung der Entblössung, überall zwischen A und den Felsarten e, f, g eingelagert seyn. In manchen Beispielen entsteht das Fehlen von einer oder von mehrern Formationen zwischen zwei Gruppen liegender Perioden, wie A und c (siehe Taf. 1) nicht durch die Zerstörung des einst Vorhandenen mittels Entblössung, sondern weil keine Schichten von einem mittlern Alter auf c abgesetzt worden waren. Sie wurden an jenem Punkte nicht gebildet, entweder weil die Gegend in der Zwischenzeit trocknes Land war, oder weil sie den Theil eines Meeres oder Sees bildete, zu welchem heine Niederschläge geführt wurden.

Um daher eine chronologische Reihefolge der versteinerungsführenden Gruppen festzustellen, muss ein Geolog mit einem einzelnen Durchschnitt beginnen, in welchem verschiedene Schichtenreihen über einander gelagert vorkommen. Er muss alsdann diese Formationen aufmerksam in Beziehung auf ihre mineralischen Kennzeichen und Versteinerungen ununterbrochen, so weit als möglich von dem Ausgangspunkte verfolgen. Sobald er neue Gruppen trifft, muss er ihr relatives Alter mittels Ueberlagerung zu dem zuerst untersuchten bestimmen und auf diese Weise lernen, sie in einer tabellarischen Anordnung des Ganzen einzureihen.

Digitized by Google

Auf diese Weise haben die deutschen, englischen und französischen Geologen die Reihefolge von Schichten in einem grossen Theile von Europa bestimmt und haben fast allgemein die folgenden Gruppen angenommen.

Gruppen versteinerungsführender Schichten, die in dem westlichen Europa beobachtet worden sind, geordnet in absteigenden Reihen, oder mit der neuesten beginnend.

1. Neuere Pliocen.	Tertiäre oder Gruppen über der Kreide.	
2. Aeltere Pliocen.		
3. Miocen.		
4. Eocen.		
5. Kreide.	Secundäre.	
6. Grünsand.		
7. Weald.		
8. Oberer Oolit.		
9. Mittlerer Oolit.		
10. Unterer Oolit.		
11. Lias.		
12. Keuper u. Muschelkalk.		
13. Bunter Sandstein und Zechstein.		
14. Rothliegendes.		
15. Steinkohlen.		
16. Alter rother Sandstein.		
17. Obere Silurische.	Primäre und versteinerungsführende oder Uebergangsgruppen mancher Geologen.	
18. Untere Silurische.		
19. Cambrische und ältere versteinerungsführende Schichten.		

Ein Blick auf die obige Tabelle zeigt uns, dass die drei grossen Abtheilungen, die primäre versteinerungsführende, die secundäre und die tertiäre durchaus nicht von gleicher Wichtigkeit

Digitized by Google

sind, wenn die neunzehn untergeordneten Gruppen Denkmäler umfassen, die sich auf gleiche Theile der Vergangenheit oder der Geschichte der Erde beziehen. Allein dies können wir nicht versichern, sondern wir wissen blos, dass sich jede auf successive Perioden bezieht, während denen gewisse Thiere und Pflanzen, die grösstentheils jenem Zeitraum eigenthümlich sind, lebten und während denen verschiedene Arten von Niederschlägen in dem jetzt von Europa eingenommenen Raum abgesetzt wurden.

Wollten wir nach paläontologischen Gründen die ganzen versteinerungsführenden Reihen in einige wenige Gruppen theilen, minder zahlreich, als in der obigen Tabelle, die in Werth einander näher stehen, als die primär, secondär und tertiär genannten Abschnitte, so dürften wir vielleicht die folgenden sechs Gruppen oder Perioden annehmen *). Zu gleicher Zeit müssen wir bemerken, dass nach dem jetzigen Stande der Wissenschaft, wo wir die von allen Klassen der Versteinerungen, selbst die von den am allgemeinsten verbreiteten, wie Muscheln, Korallen und Fische ableitbaren Beweise noch nicht vergleichen konnten, solche Generalisationen zu voreilig sind und bloss als muthmassliche Entwürfe zur Aufstellung grosser natürlicher Gruppen angenommen werden können.

---

*) Paläontologie ist die Wissenschaft, welche von den fossilen Resten, sowohl thierischen als vegetabilischen handelt. Das Wort ist von παλαιος, *palaios*, alt, ουτα, *onta*, Wesen, und λογος, *logos*, Wissenschaft, abgeleitet.

Digitized by Google

1) Tertiäre Gruppe	von der neuern Pliocen bis einschliesslich der Eocenformation.
2) Kreidegruppe	von der Kreide bis einschliesslich der Wealsformation.
3) Oolitgruppe	von dem Oolit bis Lias einschliesslich.
4) Gruppe des bunten Sandsteins (Trias)	umschliesst den Keuper, den Muschelkalk und den bunten Sandstein.
5) Rothe Sandstein- und Kohlengruppe	umschliesst den Zechstein, den rothen Sandstein, die Steinkohlen und den alten rothen Sandstein.
6) Primäre versteinerungsführende Gruppe	von der obern silurischen bis einschliesslich der ältesten versteinerungsführenden.

Die Grenzen dieses Bandes gestatten es nicht, die in der obigen Tabelle aufgeführten Formationen, selbst nur ihren Hauptumrissen nach, vollständig zu beschreiben, jedoch werden wir von jeder in chronologischer Ordnung, in Beziehung darauf, dass sie die Regeln der Klassifikation erläutern, dass sie Beweise des relativen Alters geben und in Beziehung auf die Art und Weise, wie sich von geologischen Denkmählern Belehrung über die frühere Geschichte der Erde und ihrer Bewohner erlangen lässt, kurz reden.

Tertiäre Formationen. — Diese Schichten nannte man, wie wir gesehen haben, deshalb so, weil, als sie zuerst entdeckt wurden,

Digitized by Google

man fand, dass sie jünger als die Kreide seyen, welche lange Zeit hindurch als das letzte oder oberste Glied der secundären Reihe angesehen worden war. Es wurde bemerkt, dass in Frankreich, Italien, Deutschland und England die tertiären Niederschläge in Beziehung zu allen ältern Felsarten eine Lage angenommen hätten, wie die der Seen, Binnenmeere und Meerbusen zu dem Festlande, dass sie oft, wie solche Gewässer eine grosse Tiefe, aber einen beschränkten Umfang hätten und häufig in abgerissenen und einzelnen Stücken vorkämen. Die Schichten waren grösstentheils horizontal, gewöhnlich aber von ältern Felsarten umgeben, deren Lager eine stark geneigte oder steile Stellung hatten.

Vergleicht man die Versteinerungen der wässerigen Formationen im Allgemeinen, besonders die Schalthiere, welche am häufigsten und am besten erhalten vorkommen, so scheint es, dass die der primären versteinerungsführenden Felsarten am meisten in Form und Struktur von dem Typus der lebenden Schöpfung abweichen, die der secundären Felsarten weniger weit und die der tertiären am wenigsten von allen. Eben so, wenn wir die tertiären Niederschläge in vier Hauptgruppen theilen und dann die in denselben enthaltenen fossilen Muscheln mit den Schalthieren vergleichen, welche in den nächsten Meeren in gleichen Breiten leben, so finden wir, dass die Muscheln der ältesten Schichten im Allgemeinen eine weit geringere Aehnlichkeit mit der Fauna der benachbarten Meere haben, als die der neuesten Gruppe. Mit einem Wort, in dem Verhältniss, dass das Alter der tertiären Formationen neuer ist, nimmt auch die Aehn-

Digitized by Google

lichkeit seiner fossilen Muscheln mit den Schalthieren der jetzigen Meere zu.

Nachdem ich das Vorherrschen dieses Wechsels des Charakters in den tertiären Schichten in Frankreich und Italien beobachtet hatte, fasste ich die Idee auf, die ganze Reihe der tertiären Schichten in vier Gruppen zu klassificiren, indem ich es versuchte, Kennzeichen aufzufinden, welche die verschiedenen Grade der Verwandtschaft zu der lebenden Fauna ausdrückten. Ich hoffte eine Schätzung dieses veränderlichen Verhältnisses zu der Fauna der vorhandenen Meere, durch Bestimmung der Verhältnisszahl der mit lebenden Species identischen Muscheln aus einer jeden Gruppe zu erlangen.

Mittlerweile war der berühmte Conchyolog Deshayes in Paris mittels ganz unabhängiger Untersuchungen und durch das Studium einer grossen Sammlung fossiler und neuer Muscheln zu sehr ähnlichen Ansichten gelangt. Auf meine Bitte stellte er in tabellenartiger Form Verzeichnisse aller ihm bekannten Muscheln auf, die sowohl in den tertiären Formationen oder lebend vorkommen. Diese Uebersicht hatte den besondern Zweck, die verhältnissmässige Anzahl der fossilen Species zu bestimmen, die identisch mit den neuen sind und welche die successiven Gruppen charakterisiren und diese Tabellen wurden von mir in dem dritten Bande der „Grundsätze der Geologie“ (1833) bekannt gemacht. Die Anzahl der von Herrn Deshayes untersuchten fossilen Muscheln betrug ungefähr 3000, die der damit verglichenen neuen ungefähr 5000 Species. Das Resultat, zu welchem dieser Naturforscher gelangte, bestand darin, dass in den ältesten tertiären Bildungen, wie die bei Lon-

Digitized by Google

don und Paris gefundenen, ungefähr 3½ Procent Species fossiler Muscheln identisch mit neuen Species sind; in der nächsten oder mittlern tertiären Periode, zu der gewisse Schichten an der Loire und Gironde in Frankreich gehören, ungefähr 17 Procent und in den Niederschlägen eines dritten oder neuern Zeitraums, der die subapenninischen Hügel umfasst, 35 bis 40 Procent. In noch neuern Formationen, von denen ich einige hauptsächlich auf Sicilien studirt habe, wo sie eine ungeheure Mächtigkeit und Erhebung über dem Meere erlangen, betrug die Anzahl der mit den jetzt lebenden identischen Species 90 bis 95 Procent. Der Deutlichkeit und Kürze wegen schlug ich vor, den 4 Gruppen oder den Perioden, zu denen sie respective gehören, kurze bezeichnende Namen zu geben. Die erste und älteste derselben nenne ich Eocen, die zweite Miocen, die dritte ältere Pliocen und die letzte oder vierte neuere Pliocen. Der erste der obigen Namen, Eocen, ist von ηως, *eos*, Dämmerung, und καινος, *kainos*, neu, entlehnt, weil die fossilen Muscheln dieser Periode einen sehr kleinen Theil von lebenden Species enthalten, welches man als ein Zeichen des Tagens des neuen oder jetzt existirenden Zustandes der Schalthiere ansehen kann.

Die andern Ausdrücke Miocen und Pliocen sind vergleichend; der erstere bezeichnet weniger neu (von μειον, *meion*, weniger, und *kainos*, neu) und der andere mehr neu oder neuer (von πλειον, *pleion*, mehr, und *kainos*, neu). Sie drücken die grössere oder geringere Näherung der Niederschläge dieser Zeiträume, wenn sie einander entgegengesetzt werden, zur existirenden Schöpfung, so weit dies die Mollusken

Digitized by Google

betrifft, aus. Unsere Leser mögen bemerken, dass die Miocengruppe ein geringeres, die Pliocengruppe aber ein grösseres Verhältniss von neuen Species enthalten und dass die grössere Anzahl neuer Species stets die neuere Entstehung der Schichten folgern lassen.

Zwei Gegenstände der Discussion sind aus der Betrachtung der oben erwähnten Tabellen hervorgegangen; erstlich, ob die fossilen Muscheln von Herrn Deshayes im Allgemeinen richtig mit den neuen Species identificirt worden sind; zweitens, ob das Zurückführen auf Procente der neuern in gewissen Gruppen fossil vorkommenden Species das beste Kennzeichen zur Abschätzung des Verhältnisses jeder fossilen Fauna zu der lebenden Schöpfung gibt.

Was nun das Kennzeichen mittels der Procente betrifft, so muss seine Anwendung offenbar von der Ausdehnung abhängen, bis zu welcher die Conchyliologen in der Bestimmung der Species übereinstimmen. In jedem Zweige der Naturgeschichte herrscht stets einige Verschiedenheit der Meinung über gewisse Species von veränderlichem Charakter, die durch unmerkliche Uebergänge in andere Formen übergehen und die von manchen Zoologen und Botanikern als bestimmte Species angesehen werden. Die Schwierigkeit der Bestimmung der Grenzen in solchen Fällen ist vielleicht in der Conchyliologie nicht grösser, als in andern Zweigen der Naturgeschichte, allein jene Wissenschaft ist seit dem Jahr 1830, zu welcher Zeit Herr Deshayes die oben erwähnten Tabellen aufstellte, sehr rasch vorgeschritten. Er kannte damals 5000 neue Muschelspecies, allein jetzt gibt es deren in den öffentlichen und Privatkabineten Europas

Digitized by Google

zwischen 8000 und 9000, und was nicht weniger wichtig ist, manche früher seltne Species wird jetzt in Menge gefunden. Auch fossile Muscheln sind mit gleichem Eifer und Erfolg gesammelt worden und daher ist es jetzt weit leichter, feine Unterschiede bei einander nahe stehenden Species zu machen, oder zu entscheiden, welche Kennzeichen konstant und welche veränderlich sind; und das Studium dieser bedeutenden Beobachtungen hat die Conchyliologen veranlasst, manche sowohl fossile als neue Species zu trennen, welche vorher vereinigt waren.

In Folge dieser Meinungsveränderungen, welche durch die Vermehrung unserer Kenntnisse veranlasst worden sind, ist es daher nicht allein nothwendig geworden, alle neu aufgefundenen, sowohl neuen als fossilen Muscheln zu untersuchen, sondern auch alle vorher bekannten Species wieder durchzusehen. Da nun diese mühselige Arbeit von Herrn Deshayes wegen anderer wissenschaftlicher Arbeiten noch nicht ausgeführt werden konnte, so bin ich auch nicht im Stande, hier die verbesserten Resultate mitzutheilen, welche die Revision der Tabellen veranlassen würde. Mittlerweile habe ich mich bei der Vergleichung einer grossen Anzahl neuer und fossiler Muscheln, welche identificirt worden sind, der Hilfe mehrerer berühmter Conchyliologen und besonders der des Dr. Beck zu Kopenhagen zu erfreuen gehabt. Bei dieser Untersuchung bin ich zu der Folgerung gelangt, dass das Procentverhältniss der neuen Species im fossilen Zustande gegen das 1833 bekannt gemachte entschieden geringer ist, besonders bei den ältern tertiären Schichten. Eine grosse Anzahl insbesondere von den 42 Species der Eocen-

Digitized by Google

schalthiere, die in den Tabellen neu genannt worden sind, können nicht als identisch betrachtet werden, wenn wir dieselbe Richtschnur des specifischen Unterschieds befolgen, so wie sie in der von Herrn Deshayes mit besorgten Herausgabe der neuen Auflage von Lamark's Conchyliologie *(Histoire naturelle des animaux sans vertèbres, 8 Vol. Paris 1836)* angenommen worden ist.

Ehe wir aber das allgemeine Einverständniss der Conchyliologen über die wirklichen Verhältnisszahlen erlangen können, müssen wir es versuchen, eine leichtere Methode zur Bestimmung des ungefähren Verhältnisses einer Fauna zu der andern aufzufinden, bei welcher Methode die Frage der Identität oder Nichtidentität jeder fossilen mit irgend einer bekannten neuen gänzlich ausser Spiel bleiben muss.

Dr. Beck hat vorgeschlagen, dass zur Schätzung der verhältnissmässigen Aehnlichkeit der Faunen verschiedener Zeiträume dasselbe Verfahren befolgt werden müsse, welches uns in den Stand setzt, die Grösse der Uebereinstimmung und der Verschiedenheit zwischen der jetzigen Fauna zwei sehr verschiedener geographischer Regionen aufzufassen.

Bekanntlich hat, obgleich alle Molluskenspecien, welche die gemässigten Zonen zu beiden Seiten des Aequators bewohnen, verschieden sind, das Ganze der Specien in einer dieser Zonen eine sehr grosse Analogie zu dem in der andern und unterscheidet sich auf eine entsprechende Weise von tropischen und arktischen Faunen. Auf welche Weise kann nun der Zoolog solche Punkte der Uebereinstimmung und der

Digitized by Google

Verschiedenheit, wenn die Species als verschieden erkannt worden sind, ausdrücken?

In solchen Fällen ist es nöthig, die relative Menge der in beiden zu vergleichenden Gegenden vorkommenden Familien, Geschlechter und Abtheilungen von Geschlechtern, den gänzlichen Mangel einiger derselben, die verhältnissmässige Stärke anderer zu bemerken. Diese Stärke wird zuweilen durch die Anzahl der Species, zuweilen durch die grosse Menge und die Grösse der Individuen gewisser Species dargestellt. Es ist übrigens wichtig, die ganze Anzahl der einen gewissen Raum bewohnenden Species zu schätzen und eben so das mittlere Verhältniss der Species zu den Geschlechtern, da dies nach den Klimaten sehr verschieden ist. Wenn wir daher mit Lamark viel umfassende Geschlechter annehmen, so finden wir nach Dr. Beck, dass im Durchschnitt in den arktischen Breiten fast eben so viel Geschlechter als Species, in den gemässigten Zonen ungefähr drei oder vier Species auf ein Geschlecht und in den tropischen Regionen fünf oder sechs Species auf ein Geschlecht kommen.

Diese Methode, von welcher die obige Skizze nur einen schwachen Umriss gibt, lässt sich um so leichter auf die tertiären Bildungen in Europa anwenden, weil die conchyliologische Fauna der Eocenperiode ein tropisches Klima, die Miocenperiode ein demselben nahe stehendes und die ältere und neuere Pliocenperiode ein Klima voraussetzt, welches dem der Meere in den entsprechenden Breiten weit näher steht, wenn es nicht gänzlich dasselbe ist.

Obgleich wir hier nicht in weitere Details eingehen können, so muss doch bemerkt werden,

Digitized by Google

dass, wenn wir tertiäre Formationen nach diesem Princip vergleichen, die oben vorgeschlagene Nomenklatur nicht unzweckmässig seyn wird; denn die Fauna der ältern oder eocentertiären Formation ist noch die erste in der Zeitfolge, in welcher eine Vereinigung von Schalthieren gefunden wird, wie sie noch in der jetzigen zwischen den Wendekreisen vorkommen. In dieser Periode stimmt nur ein geringer Theil der Mollusken mit den lebenden Specien überein, wogegen am andern Ende der Reihen oder in der neuern Piocenbildung, nach der übereinstimmenden Ansicht aller Conchyliologen, die Meeresmuscheln sämmtlich oder fast sämmtlich mit denen identisch sind, welche jetzt die benachbarten Meere bewohnen. Bei den Miocen- und ältern Pliocengruppen werden die Ausdrücke weniger oder mehr ganz genau die verschiedenen Grade der Analogie ausdrücken, welche ihre Versteinerungen zu der Gesammtheit lebender Species in ähnlichen Breiten haben.

Es darf aber nie vergessen werden, dass, da die erloschenen Specien in allen Gruppen, mit Ausnahme der neuen Pliocen, vorherrschen, wir von ihren Charakteren die Unterscheidungskennzeichen für die Paläontologie jeder Periode entlehnen. Die relative Annäherung der Muscheln an die lebende Fauna gewährt einen nützlichen und interessanten Vergleichungspunkt; allein es ist nur ein Merkmal und durchaus nicht das hervorstechendste bei den organischen Resten der successiven Perioden.

Digitized by Google

Vierzehntes Kapitel.

Neue und tertiäre Formationen.

Neue und neuere Pliocenschichten. — Wenn wir mit der Geschichte der neuern wässerigen Bildungen beginnen und dann zu den ältern übergehen, so sind die ersten sich uns darbietenden Schichten die im vorhergehenden Kapitel die neuern Pliocen genannten. Allein auf welche Weise sollen wir die Grenzen zwischen dieser Gruppe und den jetzt im Fortschreiten begriffenen oder denjenigen versteinerungsführenden Niederschlägen bestimmen, die seitdem gebildet worden sind, dass der Mensch die Erde bewohnt? Die letzterwähnten Schichten, namentlich die der menschlichen Periode, wollen wir die neuen nennen und sie von den neuesten tertiären Formationen unterscheiden. Es gehören daher diejenigen Schichten zu der neuen Periode, in denen wir fossile Menschenknochen finden, d. h. die durch natürliche Ursachen in jenen begraben sind; oder wir können sie dadurch erkennen, dass sie Gegenstände des menschlichen Kunstfleisses enthalten, oder aber durch die Nachweisung, dass solche Niederschläge an dem Orte, wo wir sie seit dem Daseyn des Menschengeschlechts wahrnehmen, früher nicht vorhanden waren, so dass sie von späterer Entstehung seyn müssen. Im Allgemeinen liegen alle neuen Formationen unsern Augen unter den Gewässern der Seen und Meere verbor-

Digitized by Google

gen; allein wir können dieselben da untersuchen, wo diese Seen und Meere zum Theil in Land verwandelt worden sind, oder in den Flussdeltas, oder wo der unter dem Wasser liegende Boden durch unterirdische Bewegungen emporgehoben und trocken gelegt worden ist.

So beobachtet man zu Puzzuoli bei Neapel Meeresschichten mit Bruchstücken der Skulptur, der Töpferei und den Resten von Gebäuden, sammt unzähligen Muscheln, die zum Theil ihre Farbe behalten haben und welche denselben Species angehören, als die jetzt das Mittelmeer bewohnenden. Die obersten dieser Schichten liegen ungefähr 20 Fuss über dem Meeresspiegel. Es kann nachgewiesen werden, dass ihre Emporhebung seit dem Anfang des 16. Jahrhunderts statt gefunden hat. Allein die Berge, an deren Fuss diese Schichten abgelagert worden sind, so wie die des Innern von der umliegenden Gegend von Neapel, wovon einige die Höhe von 1500 Fuss über der Meeresfläche erreichen, bestehen aus horizontalen Schichten der neuern Pioceneperiode; d. h. die in denselben vorkommenden Muscheln gehören lebenden Species an und sind dennoch von keinen Resten des Menschen oder seines Kunstfleisses begleitet. Wären letztere darin aufgefunden, so würden der Alterthumsforscher und der Geolog sehr überrascht seyn, da alsdann der Beweis geliefert worden wäre, dass das Menschengeschlecht jenen Theil des Erdkörpers bewohnte, während die die jetzigen Berge und Ebenen Campaniens bildenden Materialien noch im fortschreitenden Niederschlag auf dem Meeresboden begriffen war; wogegen wir wissen, dass seit fast 3000 Jahren, oder seit den Zeiten der frühesten griechischen Koloni-

Digitized by Google

sten, die physikalische Geographie von jenem Theil Italiens keine ausgedehnte Umwälzung erlitten hat.

In Schweden sind ähnliche Erscheinungen beobachtet worden. Als in der Nähe von Stockholm der Södertelgekanal gegraben wurde, durchsank man horizontale Lager von Sand, Lehm und Mergel und in einigen derselben fand man dieselben Muscheln, welche jetzt in der Ostsee leben. Mit denselben entdeckte man in verschiedenen Tiefen verschiedene Werke des Kunstfleisses, die einen sehr niedrigen Standpunkt der Civilisation voraussetzen, so wie auch einige Böte, die vor der Benutzung des Eisens angefertigt worden waren. Die Böte und Geräthe mussten auf den Boden eines Meeresarms gesunken seyn, der dann mit Sand, Lehm und Meeresmuscheln ausgefüllt, worauf das Ganze emporgehoben wurde, so dass die obern Lager eine Höhe von 60 Fuss über der Oberfläche der Ostsee erreichten. In der Nachbarschaft dieser Formationen sind übrigens andere, jenen im mineralischen Charakter und in Schalthierresten genau gleich, welche bis zu einer Höhe von 100 bis 200 Fuss über der Meeresfläche ansteigen und in der sich keine Spur menschlichen Kunstfleisses findet. Aehnliche Absätze in Norwegen, in der Nähe von Christiania, erreichen eine Höhe von 500 und selbst 600 Fuss. Gewöhnlich werden sie als gehobener Strand beschrieben, allein sie sind in der That nur Schichten von Thon, Sand und Mergel, oft von mehrern hundert Fuss Mächtigkeit, welche das Land weit und breit bedecken, Thäler und grosse Vertiefungen in dem Granit, Gneis und primären versteinerungsführenden Gebirgsarten ausfüllen, so wie die ter-

Digitized by Google

tiären Formationen in England und Frankreich auf der Kreide ruhen, oder Senkungen in derselben erfüllen.

Alle Conchyliologen stimmen darin überein, dass die Muscheln dieser Niederschläge fast alle, vielleicht alle, absolut identisch mit den jetzt das benachbarte Meer bevölkernden sind; so dass, da uns alle Beweise fehlen, dass diese Formationen neue seyen, wir sie als neuere Pliocene ansehen müssen.

Längs der Westküste von Südamerika sind auf gleiche Weise neue und neuere Pliocenschichten ans Licht gebracht. Sie bestehen oft aus ungeheuren Massen von Muscheln, ähnlich denen, welche jetzt das stille Meer beleben. In einem Lager dieser Art auf der Insel San Lorenzo bei Lima fand Herr Darwin in einer Höhe von 85 Fuss über dem Meere Stücken von in Falten gelegtem baumwollenen Garn und einen Maiskolben, welche offenbar mit den Muscheln begraben worden waren. An dem benachbarten Festlande fand er andere Zeichen, welche die Meinung bekräftigten, dass das alte Meeresbett, seitdem das Land von den alten Peruanern bewohnt worden, ebenfalls 85 Fuss hoch gehoben worden sey. Aehnliche Muscheln, oder dieselben umschliessenden Schichten sind aber auch weit höher und fast überall zwischen den Andes und der Meeresküste von Chili und Peru gefunden worden. Es zeigen sich aber in denselben keine Reste von menschlichem Daseyn und werden auch wahrscheinlich nicht in denselben gefunden werden, weshalb man diese Schichten neuere Pliocen nennen kann.

Auch in Westindien kommen sehr viel Felsarten vor, die sowohl der neuen, als der neuern

Digitized by Google

Pliocenperiode angehören. So findet sich auf der Insel Guadaloupe im Niveau des Meeresufers ein fester Kalkstein mit Menschenskeletten. Das Gestein ist sehr hart und besteht hauptsächlich aus zerriebenen Muscheln und Korallen, hin und wieder mit einigen ganzen Korallen und Muscheln von Specien, die jetzt in dem benachbarten Meere leben. Mit ihnen finden sich Pfeilspitzen, Topfscherben und andere Dinge eingeschlossen. Auf St. Domingo und andern Inseln hat sich ein Kalkstein mit ähnlichen Beimengungen gebildet und bildet sich noch fortwährend. Es gibt aber auch ältere Gesteine auf den Inseln des westindischen Archipels, wie bei der Havanna auf Kuba und auf andern Inseln, in denen Muscheln vorkommen, welche mit den jetzt in korrespondirenden Breiten lebenden identisch sind. Einige derselben zeigen sich sehr wohl erhalten, andere nur in Abdrücken, alle aber einer Periode angehörig, die nach einer negativen Ueberzeugung dem Auftreten des Menschengeschlechts in der neuen Welt vorher ging.

Die Geschichte Hollands während der letzten 2000 Jahre macht uns mit einem ungeheuren Zuwachs von neuen Schichten bekannt, von denen Theile des Meeres in der Nähe der Rheinmündungen ausgefüllt und in trocknes Land verwandelt worden sind. Gehen wir aber den Rhein aufwärts, so finden wir längs seines ganzen Laufs von Kölln bis zur Schweiz einen gelben kalkigen Lehm, Löss genannt, in welchem fossile Süsswasser- und Landmuscheln von gewöhnlichen europäischen Specien vorkommen. (Siehe z. B. Fig. 32, 43, 44 und 45.) Die ganze Mächtigkeit des Löss beträgt 200 bis 300 Fuss und er erreicht Höhen von 300 bis 1200

Digitized by Google

Fuss über dem Meere. Knochen von dem Mammuth oder von erloschenen Elephanten, nebst denen vom Pferd und einigen andern Vierfüssern, sind in dieser neuern Pliocenformation vorgekommen, allein keine Reste und Zeichen von Menschen und es kann bewiesen werden, dass die physikalische Geographie des ganzen Rheinthals seit dem Niederschlage dieses Lehms ungeheure Veränderungen erlitten hat.

Es sind in England noch keine Meeresschichten der neuen Periode ans Licht gebracht, die zu solch' einer Höhe über den Meeresspiegel emporsteigen, welche nicht von den höchsten Fluthen erreicht werden könnte. Begrabene Schiffe sind in den frühern Kanälen des Rother in Sussex, des Mersey in Kent und der Themse bei London gefunden worden. Kanoes und steinerne Aexte sind in fast allen Theilen des Landes aus Torf und aus Muschelmergel ausgegraben, allein es gibt keine Beweise, dass, wie in Schweden, Italien, Peru, Chili und andern Theilen der Erde, das Meeresbett und die benachbarten Küsten in neuern Zeiten emporgehoben und neue Formationen Land geworden sind. Dagegen gibt es aber in verschiedenen Theilen von Grossbritannien und Ireland im Meere gebildete neuere Pliocenniederschläge, die aus Sand und Thon bestehen und gewöhnlich nur eine geringe Mächtigkeit haben, wie z. B. in Cornwall und an den Ufern der grossen Buchten des Clyde und Forth in Schottland und an der des Shannon in Ireland. Gewöhnlich kommen diese Bildungen an der Küste vor, in einigen seltenen Fällen dringen sie aber bis auf 60 englische (13 deutsche) Meilen vom Meer entfernt ins Land, wie zu Bridgenorth in Shropshire. Auch zu bedeutenden Hö-

Digitized by Google

hen steigen sie an, wie zu Preston in Lancashire, wo sie 350 Fuss über dem Meeresspiegel liegen; und was noch merkwürdiger ist, an dem Berge Moel Tryfane in Wales, in der Nähe der Monaistrasse, erreichen sie eine Höhe von ungefähr 1400 Fuss. An allen diesen Punkten enthalten sie Muscheln, die ohne Widerrede zu denselben Species mit denen gehören, welche jetzt die britischen Meere bevölkern; und obgleich vielleicht bei einer genauern Untersuchung sich auch einige wenige erloschene Muscheln zeigen dürften, so müssen wir diese Formationen dennoch zu den neuern tertiären rechnen.

Besonders mächtig, ausgedehnt und zu bedeutenden Höhen über dem Meer emporgehoben, erscheint die Pliocenformation auf Sicilien. Im Notothal bildet sie 1000 bis 2000 Fuss hohe Berge mit neuen Muscheln und in drei Hauptgruppen zerfallend. Die obern Schichten bestehen aus 7 bis 800 Fuss mächtigem Kalkstein, darunter liegen minder mächtige Schichten von kalkigem Sandstein, Konglomerat und Kalkschiefer, unter diesem blauer Mergel, dann weisser blättriger Mergel und zuletzt blauer Thon und Gyps. Alle diese Schichten enthalten viele Muscheln, darunter besonders *Pecten Jacobeus*, die jetzt so häufig an den Küsten von Sicilien vorkommende sogenannte Kammmuschel.

Süsswasserbildungen der neuern Pliocenperiode finden sich hin und wieder in England zerstreut, wie zu North Cliff in York, wo in Schichten mit den Resten vom Bisonochsen und Mammuth dreizehn Species von britischen Land- und Süsswassermuscheln gefunden worden sind. So beobachtete man auch zu Cropthorne in Worchestershire, an den Ufern des in

den Severn fallenden Avon Fluss- und Landmuscheln, fast alle von neuen Species mit den Knochen einer erloschenen Nilpferdart. Auch an den Gestaden der Bucht des Stour in Suffolk erscheinen neue Süsswassermuscheln in Lagern von Lehm, mit Knochen von Wild und Mammuth. Einige Geologen haben diese und andere ähnliche Fluss- und Sumpfschichten mit alten Alluvionen, welche sie Diluvium nennen, verwechselt.

Sehr bedeutende Süsswasserbildungen von Mergel und Travertin mit noch jetzt in den Flüssen und Seen Italiens lebenden Muscheln finden sich im Elsathale zwischen Florenz und Siena. In diesen Schichten sind mehrere hundert Fuss tiefe Thäler eingeschnitten und die alte Stadt Colle steht auf einem daraus gebildeten Hügel. — Auch manche von den Travertinen und Kalktuffen, welche die obern Schichten der Hügel Roms bilden, gehören zu der neuern Pliocengruppe, denn die darin vorkommenden Landschnecken und Süsswassermuscheln leben noch jetzt in den Gärten Roms.

Aeltere Pliocenschichten. — Zu diesen gehören zuvörderst die sogenannten subapenninischen Schichten. Die Apenninen bestehen hauptsächlich aus secundären Gebirgsarten, die eine sich von den ligurischen Alpen bis über die Mitte Italiens hinaus erstreckende Kette bilden. Am Fusse derselben kommen zu beiden Seiten aus tertiären Schichten bestehende niedrige Hügel vor, welche sich bis zum Meere ziehen. Das wichtigste Glied dieser Formation ist Mergel, dessen Farbe vom Graubraun bis Blau wechselt, der sehr thonig, gewöhnlich aber auch viel kalkige Materien und Glimmerschüpp-

Digitized by Google

chen enthält. Oft zeigt er bei bedeutender Mächtigkeit (welche bei Parma bis 2000 Fuss beträgt) gar keine Schichtung, wogegen er an andern Punkten wieder dünnschiefrig ist. Er enthält sehr viele Muscheln, unter denen manche Bewohner tiefer Meere sind und die sich oft in Lagen und auf solche Weise finden, welche eine langsame und stufenweise Anhäufung beweisen. Auch enthält der Mergel Braunkohlen und Gyps. Häufig bildet er die Oberfläche des Landes, ohne eine Sanddecke und zuweilen ruht er unmittelbar auf dem secundären Apenninenkalkstein; gewöhnlich aber liegt zwischen diesem und dem Mergel ein zweites Glied der subapenninischen Formation, gelber Sand und Konglomerat. An einigen Punkten wechsellagern in diesen Schichten mit Flussmuscheln mit solchen, welche lediglich Meeresmuscheln enthalten. — Zwischen Florenz und Poggibonsi liegt das Konglomerat unmittelbar auf dem secundären Kalkstein und seine Geschiebe bestehen aus diesem, seltner aus Sandstein. An einigen Punkten geht es in den gelben Sand über. Hin und wieder sind die Muscheln, wie z. B. *Limnea palustris* und *Cytherea concentrica*, in Feuerstein, andere dagegen, z. B. die vom *Monte Mario* bei Rom sind in Kalkspath verwandelt. Uebrigens gehören die subapenninischen Muscheln Species und Familien mit sehr verschiedenartigen Gewohnheiten an. Ausser denselben umschliessen dieselben auch von Lithodomen angebohrte Blöcke von Apenninenkalkstein, Reste von Korallen, Fischen, Krebsen, Cetaceen und selbst von vierfüssigen Landthieren.

Digitized by Google

Dieselbe Formation findet sich ferner an mehrern Küstenpunkten des mittelländischen Meeres, z. B. bei Genua, Savona, Albenga und Nizza, ferner am östlichen Ende der Pyrenäen, bei Malaga und Granada in Spanien und auf Morea.

Eine andere Bildung dieser Periode tritt in ihrer recht charakteristischen Form in dem östlichen Theile der Grafschaft Suffolk auf und wird mit dem Provincialnamen Crag bezeichnet. Derselbe besteht hauptsächlich aus einer Reihe dünner Lagen von Quarzsand und zertrümmerter Muscheln, die zuweilen auf Kreide, zuweilen auf dem zur Eocenperiode gehörigen Londonthon ruhen. In Suffolk zerfällt die Formation in zwei verschiedene Massen, von denen die obere rother und die untere Korallencrag genannt werden kann. Letztere Abtheilung hat eine sehr beschränkte Ausdehnung zwischen den Flüssen Alde und Stour.

Der rothe Crag wird im Allgemeinen von dem Corallencrag durch eine dunkle, rothe Eisen- oder Ocherfarbe seines Sandes und seiner Versteinerungen unterschieden. Seine Schichten sind auch wegen der schiefen oder diagonalen Lage der untergeordneten Lager (siehe 2. Kap.) bemerkenswerth und diese bestehen oft aus kleinen dünnen Muschelstückchen, die den Ebenen der kleinern Schichten parallel liegen und deutlich zeigen, dass sie so niedergeschlagen und nicht erst nach dem Niederschlage durch eine spätere Wirkung in diese Lage gekommen sind. Dass die alten in Frage stehenden Sandbänke zuweilen nach allen Richtungen zu abfielen, wird durch die Thatsache gefolgert, dass die schiefen Lagen hin und wieder

Digitized by Google

an verschiedenen Punkten eines und desselben Steinbruchs nach allen Weltgegenden abfallen. Die Bänke bestanden wahrscheinlich aus beweglichem Sand und ein grosser Theil der sie bildenden Muscheln ist zu kleinen Stückchen zerrieben, während andere gerollt sind und die beiden Theile der zwischenschaligen Muscheln sind fast immer von einander getrennt. Der rothe Crag enthält einige besondere Muscheln und andere, welche aus dem untern Korallencrag ausgewaschen sind. Einige der Bivalven des rothen Crag sind nicht getrennt, sondern beide Schalen bei einander.

Der Korallencrag ist gewöhnlich frei von Eisenflecken und besteht aus einem hellgrünlichen Muschelmergel und weissem kalkigen Sande. Zuweilen bildet er einen weichen Baustein, in welchem ganze Muscheln, Echiniten und manche Zoophyten eingeschlossen vorkommen. Hin und wieder ist die weichere Masse durch dünne Platten von hartem Kalkstein getheilt, in welchem Korallen in einem gut erhaltenen Zustande vorkommen, die offenbar am Boden eines ruhigen Meeres in einer Stellung wuchsen, in welcher wir sie jetzt sehen. Auch der Sand dieser Formation besteht, wie der des rothen Crags, oft gänzlich aus zertrümmerten Muscheln.

An einigen Punkten, wie zu Tattingstone in Suffolk, ist der lithologische Unterschied der beiden Abtheilungen zwar bemerkbar, allein minder deutlich; der untere Crag besteht hauptsächlich aus grünlichem Mergel, nur mit wenigen steinartigen Lagern. Die Muscheln sind ebenfalls meistentheils zerbrochen und die Korallen fast eben so selten, als in dem rothen Crag.

Digitized by Google

An einigen Punkten, wie bei Oxford, ist die Oberfläche des Korallencrags entblösst und das Liegende ist bei einer Tiefe von 50 Fuss noch nicht erreicht. Nicht weit aber von der Stadt herrscht der rothe Crag überall an der Oberfläche vor und ist unmittelbar auf Londonthon abgelagert. Wo beide Abtheilungen zusammen vorkommen, ist die Korallenmasse die untere von beiden und liegt zwischen dem rothen Crag und dem Londonthone. Die Schichten des obern und untern Crag verhalten sich ungleichförmig zu einander, wie der Durchschnitt der Gegend von Ipswich auf Fig. 128 zeigt, auf welchem a den rothen und b den Korallencrag, c aber den Londonthon bezeichnet. An diesen Punkten beträgt die Mächtigkeit von b 15 bis 20 und oft auch noch mehrere Fusse und die von a ist noch bedeutender.

Unter fast 400 in dem Crag vorgekommenen Muschelspecies sind manche beiden Abtheilungen eigenthümlich; andere aber, die in dem rothen sehr häufig sind, haben sich in dem Korallencrag nie gefunden, wie z. B. *Fusus contrarius* (Fig. 129) und verschiedene Species von *Murex* (Fig. 130) und *Nassa* (Fig. 131), welche letztere beiden Species in dem untern Crag nie vorgekommen zu seyn scheinen. Dagegen finden sich in dem rothen kaum einmal Korallen, die in der untern Abtheilung so häufig sind. Einige derselben haben eine kugelförmige Gestalt und gehören den Geschlechtern *Theonoa (Lamoroux)*, *Cellapora*, und eine dritte dem Geschlechte *Fascicularia* an, welches von sehr eigenthümlicher, in der lebenden Schöpfung unbekannten Struktur ist. (Siehe Fig. 133.)

Digitized by Google

Die allgemeine Aehnlichkeit der Cragmuscheln und der jetzt in den benachbarten Meeren zwischen dem 50. bis 60. Grade nördlicher Breite lebenden ist so schlagend, dass wir uns kaum bedenken können, die Formation zu der Pliocenperiode zu rechnen; da aber alle Conchyliologen darin übereinstimmen, dass mehr als die Hälfte der Species erloschen oder unbekannt sind, so gehört sie zu der ältern und nicht zu der neuern Pliocenperiode. Dr. Beck bemerkte nach einer Untersuchung von 260 Species dieser Muscheln, dass die mittlere Zahl der Species in den Geschlechtern ein gemässigtes Klima andeute, ein auch durch die bedeutende Entwickelung gewisser nördlicher Formen, wie die des Geschlechts *Astarte* (Fig. 134) bestätigtes Resultat. Von dem letztern gibt es ohngefähr vierzehn Species, von denen manche reich an Individuen sind. Heissen Klimaten eigenthümliche Geschlechter, wie *Conus*, *Oliva*, *Mitra*, *Fasciolaria* und andere dergleichen, finden sich nicht. Die sogenannten Schlangenköpfe — *Cypraea* — (Fig. 132) sind klein, wie in den kalten Regionen. Eine grosse *Voluta*, *V. Lamberti* (Figur 135), scheint eine Ausnahme zu machen; allein sie ist in der Form von den *Voluten* der heissen Zone verschieden und mag, wie die grosse *V. Megallanica*, aussertropisch seyn.

Deshayes fand 1829 eine allgemeine Aehnlichkeit zwischen den Muscheln aus dem Crag und der Fauna der Nordsee und nahm an, dass von 111 Species 45 mit jetzt lebenden identisch seyen. Dr. Beck aber, welcher seitdem weit grössere Sammlungen durchgesehen hat, behauptet, dass fast alle Species von den jetzt

Digitized by Google

lebenden verschieden seyen; der Gegenstand ist daher noch nicht entschieden.

Man hat die Frage aufgeworfen, warum, da der obere und untere Crag in Suffolk, sowohl in seinem mineralogischen als zoologischen Charakter so verschieden sey, er nicht zu zwei verschiedenen tertiären Perioden gerechnet werde. Wir erwiedern darauf, dass der allgemeine Charakter der Muscheln derselbe ist und daher uns zu solcher Trennung nicht berechtigt. Die beiden Niederschläge konnten gleichzeitig unter verschiedenen geographischen Bedingungen in demselben Meere vor sich gehen. Eine Gegend von tiefem und klaren Wasser, weit von der Küste entfernt, mochte am zweckmässigsten für das Wachsthum gewisser Korallen, Echiniten und Muscheln seyn, wogegen ein anderer seichter Theil desselben Meeres näher an der Küste und häufiger trübe, oder wo zuweilen Sand und Geschiebe hingetrieben wurden, andern Species günstig seyn mochte. Darauf mochte der tiefe Theil mit dem ruhigen Wasser seicht, oder der Einwirkung der Wellen und Strömungen ausgesetzt werden, so dass eine Formation, wie der Korallencrag, mit einem sandigen Niederschlage, wie der rothe Crag, bedeckt wurde und es mochten manche Versteinerungen aus den ältern Lagern in die neuern Schichten gewaschen werden. Wenn zwischen der Verwandlung eines tiefen Meeres in eine Sandbank an einem gewissen Punkte eine bedeutende Zeit verstrich, so mag während derselben eine kleine Veränderung in dem organischen Leben statt gefunden haben und folglich kann die Verschiedenheit des Charakters der Versteinerungen beider Formationen von zwei Ursachen abgeleitet

Digitized by Google

werden, erstlich und hauptsächlich von der Verschiedenheit des geographischen Zustandes und zweitens von dem im vorhergehenden Kapitel erwähnten Gesetz des Auftretens und Verschwinden der Species.

Die Oberfläche, über welche die beiden Abtheilungen des Crag verfolgt werden können, ist zu gering, um uns zu genügenden Folgerungen über eine so wichtige Frage zu ermächtigen, allein der Durchschnitt Fig. 128 zeigt deutlich, dass bei d (bei der Stadt Setton) der untere Crag vor dem Absatze des rothen bedeutend entblösst worden ist. Bei D ist nicht allein ein deutliches 8 bis 10 Fuss hohes Gestade von Korallencrag, welches in einer Richtung von NO. nach SW. läuft und gegen welches der rothe Crag mit seinen horizontalen Schichten stösst, vorhanden, sondern die Klippen von jenem hängen auch oft über. Ueberall sind sie von den Pholaden der Periode des rothen Crag angebohrt. Das Gestade mag durch untermeerische Entblössungen in einem nicht tiefen Meere hervorgebracht worden seyn, und wäre der rothe Crag ebenfalls fest gewesen, so würde er manche ähnliche steile Klippen zeigen; denn 10 oder 12 Fuss mächtige Lager von Lehm und Sand in dieser Formation verhalten sich oft ungleichförmig zu den ältern Lagern, die zum Theil weggeführt worden sind. Aehnliche Aushöhlungen, jedoch nach grösserm Maasstabe, werden jetzt von dem Meere in der grossen Sandbank von Yarmouth gemacht. Im Jahr 1822 hatte dieser Kanal, welcher jetzt als Fahrwasser für grosse Schiffe dient und 1836 schon 60 Fuss tief war, erst eine Tiefe von 4 Fuss. Dieser Fall gibt

Digitized by Google

zu gleicher Zeit einen Beweis von der Bedeutendheit der Entblössung unter dem Wasser.

Miocenschichten. — Der von den Meeres- und Süsswasserbildungen dieser Periode in den verschiedenen Gegenden Europa's bedeckte Flächenraum ist sehr bedeutend.

Es gehören zuvörderst die Miocenschichten des Loirebeckens in Frankreick zwischen Sologne und dem Meer hierher, die auf sehr verschiedenen ältern Gebirgsarten, auf Gneis, Thonschiefer, Steinkohlengebirge, Oolit, Grünsand, Kreide und auf dem obern Süsswasserschichten der Eocenperiode abgelagert sind. Sie bestehen hauptsächlich aus Quarzgeschieben, Sand und zerbrochenen Muscheln, die gewöhnlichen Zusammenhang und nur zuweilen durch ein kalkiges oder thoniges Bindemittel zu einem festen Gestein verbunden sind. Diese sogenannten Faluns haben nur 70 Fuss Mächtigkeit und ihre Muscheln sind, wie die des englischen Crag, durch Eisenoxyd gefärbt. Sie enthalten Reste von Landquadrupeden von den Geschlechtern Mastodon, Rhinoceros, Hippopotamus, welche nicht allein mit Meeresmuscheln vermengt, sondern auch zuweilen mit *Serpulae*, *Flustra* und *Balani* überzogen vorkommen. — Diese Schichten des Loirebeckens wurden ohne Zweifel in einem seichten Meere gebildet, in welches sich ein Fluss ergiessen musste, der Süsswassermuscheln, Holz und die Knochen von Vierfüssern herbeiführte.

Sehr ausgedehnte Bildungen dieser Periode finden sich auch in dem Landstriche zwischen der Gironde und den Pyrenäen, besonders in den Umgebungen von Dax und Bordeaux. Die Bildungen sind sehr verschieden und bestehen aus

Digitized by Google

kieseligem Sand ohne Muscheln, aus Geschieben, Sand und Mergel mit Muscheln, aus blauem Mergel mit Muscheln und sind auf Kreide abgelagert. An einigen Punkten sind die Schichten sehr mächtig, an andern aber sind die zerstörten secundären Gebirgsarten nur mit dünnen horizontalen Schichten bedeckt, welche die darunter liegende Kreide nicht gänzlich verbergen können. Zu Saucats unweit Bordeaux kommt mit diesen Schichten ein dichter Süsswasserkalkstein vor und zu Pauliac und Blaye liegt unter ihnen ein zur Eocenformation gehöriger Kalkstein. Unter 300 in den Faluns gesammelten Muscheln befanden sich nur 20, die mit Muscheln aus dem Pariser Becken identificirt werden konnten, wogegen sie auf der andern Seite weniger mit den die jetzigen Meere bewohnenden Muscheln übereinstimmen, als die der ältern Pliacenschichten Norditaliens.

Auch der Supergaberg bei Turin, der aus Schichten von feinem Sand und Mergel und zum Theil aus einem Konglomerat von Geschieben primärer Felsarten besteht, die unter 70° abfallende Schichten bilden, gehört, so wie auch die Kette des Montferrat im Bormidabecken, der Miocenformation an. — Vielleicht ist auch die Molasse, ein weicher grüner Sandstein, der am Fusse der Alpen und in den niedrigsten Theilen der Schweiz in ungeheuer mächtigen Lagern vorkommt und Aehnlichkeit mit manchen Lagern des Bormidathals hat, hierher zu rechnen, obwohl wegen Mangel an deutlichen Muscheln hinreichende Data zur Altersbestimmung fehlen.

Am ausgedehntesten und mächtigsten treten aber die Miocenformationen am östlichen

Digitized by Google

Ende der Alpen in den Becken von Wien und Steiermark auf, dehnen sich bis in die Ebenen von Ungarn aus und finden sich auch in Siebenbürgen wieder. Beide Becken bildeten offenbar zwei tiefe Buchten eines Meeres, die ein grosses, mit den Alpen zusammenhängendes Vorgebirge trennte. Die lange, zwischen den Alpen und den Ebenen Ungarns liegende Reihe von Meeresbildungen zerfällt in drei natürliche sehr mächtige Gruppen, deren Schichten sämmtlich fast horizontal liegen. Die untersten am westlichen Ende füllen eine unregelmässige multenförmige Vertiefung aus, durch welche die Gewässer des Mur, Raab und der Drau, der Donau zuströmen. Sie bestehen aus Konglomerat, Sandstein und Mergel (provinciell Tegel), welcher letzterer Meeresmuscheln, z. B. die für die Miocenperiode charakteristischen *Mytilus Brardii*, *Cerithium pictum*, *C. pupaeformae* und *C. pelicatum*, so wie Braunkohlenlager enthält, welche letztere den Beweis liefert, dass grosse Massen von Holz in das Meer geführt wurden. An einigen Punkten kommen Massen von Kieselgeschieben gleich Geschiebebänken vor.

In der zweiten Hauptgruppe ist ein korallinischer und nierenförmiger Kalkstein von gelblichweisser Farbe das vorherrschende Glied, welches an manchen Punkten, an den steilen Abhängen von Wildon, bis 400 Fuss Mächtigkeit erreicht. — Die dritte und obere am weitesten von dem Gebirge entfernte Gruppe besteht aus Sandstein, Mergel und aus Lagern von einem Kalkstein, der hin und wieder eine vollkommen oolitische Struktur zeigt. In diesen Schichten

Digitized by Google

kommen viele fossile Muscheln vor und sie sind daher am besten als Miocen charakterisirt.

Ausser diesen genannten gehören auch noch die Meeresablagerungen auf den Hochebenen von Volhynien und Podolien, ferner eine Reihe von Schichten hierher, die sich am linken Rheinufer von Mainz bis in die Nachbarschaft von Mannheim ausdehnen und auch östlich, nördlich und südwestlich von Frankfurt am Main vorkommen. Die letztern Schichten bestehen an mehrern Punkten fast gänzlich aus 15 bis 30 Fuss mächtigen Anhäufungen von einer Paludinaspecies von der Grösse eines Sand- bis zu der eines Reiskorns. — Endlich dürften auch noch die tertiären Schichten in die Miocenperiode zu rechnen seyn, die sich zwischen dem Teutoburger Wald und dem Wesergebirge, in den Gegenden von Osnabrück, Münster und Astrupp u. s. w. ausdehnen.

Zu den Süsswasserbildungen dieser Formation gehören z. B. die im obern Arnothal und zu Cadibona zwischen Savona und Carcere. Letztere füllen Vertiefungen im Chlorit- und Glimmerschiefer, im Serpentin etc. aus und bestehen aus Sand, Schieferthon und Braunkohlen, in denen Reste vom Anthracotherium gefunden worden sind.

Eocenschichten. — Bildungen in Mittelfrankreich und im Becken von Paris. — Bei Aurillac am Cantal bei Puy im Volay und in dem Becken des Allier (der sogenannten Limagne) und der Loire kommen Süsswasserformationen vor, die aus folgenden Schichtengruppen bestehen: 1) Schichten von Sand und Geschieben, zuweilen zu festem Gestein verbunden, zeigen sich sehr häufig

Digitized by Google

an der Grenze des Allierbeckens und die Geschiebe rühren von den ältern Felsarten der benachbarten Hochebene, namentlich von Granit, Gneis und Glimmerschiefer, Thonschiefer, Porphyr etc. her. Jedoch bilden sie kein zusammenhängendes Band rings um den Rand des Beckens, sondern sie haben vielmehr eine ähnliche Lage wie die von einander unabhängigen Deltas, welche an den Mündungen der Flüsse längs den Ufern jetzt vorhandener Seen existiren. Eine solche Littoralgruppe sieht man z. B. sehr deutlich in einem durch einen Fluss verursachten 50 Fuss hohen Durchschnitt zu Chamaillière bei Clermont. Die Geschiebelager fallen so von dem Granit ab, als wenn sie eine Böschung unter den Gewässern des Sees in der Nähe der steilen Küste gebildet hätten. Hin und wieder finden sich einzelne Bänke von Braunkohlen und Holzstücken. Da wo, wie z. B. zu Chamaillière, der Sandstein unmittelbar auf Granit liegt, sind die einzelnen Krystalle, Körner und Blättchen des Quarzes, Feldspaths und Glimmers von dem zersetzten Granit durch den Kiesel wiederum so mit einander verbunden, dass man zuweilen einen Uebergang aus einer krystallinischen in eine mechanische Felsart verfolgen und kaum angeben kann, wo die eine anfängt und die andere endet.

Die 2te Schichtengruppe ist ein rother, dem bunten Sandsteine gleichender Mergel und Sandstein, zuweilen von einem röthlichen Kalkstein begleitet. Die Schichten wurden aus dem benachbarten verwitterten Gneis und Glimmerschiefer gebildet und enthalten auch hin und wieder Geschiebe derselben, aber keine Versteinerungen. — 3) Grüner und weissblättri-

Digitized by Google

ger Mergel, bestehend aus dem feiner zerriebenen und weiter von der Küste entfernt niedergeschlagenen, zersetzten Feldspath, Glimmer, Hornblende und kohlensaurem Kalk der primären Gesteine. Die Schichten haben an einigen Punkten eine Mächtigkeit von mehr als 700 Fuss. Der Mergel ist sehr dünnschiefrig, welches von einer unzähligen Menge dünner Schalen der Cypris, eines kleinen Thierchens, herrührt, welches zwei Schalen bewohnt, die es jährlich abwirft und durch neue ersetzt. — 4) Kalkstein, Travertin etc. — Der Mergel und der Sandstein gehen hin und wieder in Kalkstein über, der entweder Nieren oder regelmässige Lager bildet, an manchen Punkten ist er optisch, an andern durch Thon in dünne Lagen getheilt und an noch andern, wie z. B. zu Chadrat, erbsensteinförmig, wie der Travertin zu Tivoli bei Rom. Der Süsswasserkalkstein hat auch an einigen Punkten noch eine andere bemerkenswerthe Form. Er besteht nämlich aus Röhren, die mit kleinen Muscheln bedeckt, welche, so wie das Innere, mit concentrischen Travertinlagen überzogen und ausgefüllt sind. Die Röhren sind nämlich die Gehäuse der Larve von Phryganea, einem Insekt und an denselben sitzen kleine Süsswassermuscheln, die in grossen Haufen und durch Travertin inkrustirt vorkommen.

Die Entstehung der Süsswasserformation in der Auvergne lässt sich dahin erklären, dass Kalkstein und Travertin wahrscheinlich aus den Gewässern der aus dem Granit hervorkommenden, zuweilen warmen Mineralquellen abgesetzt wurden. Als sich der alte See der Limagne mit Niederschlägen auszufüllen begann, mochte noch keine vulkanische Thätigkeit Laven und

Digitized by Google

Schlacken an irgend einem Theile der Oberfläche in der Auvergne hervorgebracht haben; denn es wurden keine Lavengeschiebe in den See geführt und keine Bruchstücke vulkanischer Gesteine in das Konglomerat eingeschlossen. Später aber, nach dem Absatz mächtiger Sandstein- und Mergelschichten, fanden vulkanische Ausbrüche statt und an manchen Punkten wurde abwechselnd mit den Sumpfbildungen Tuff abgesetzt. Wahrscheinlich enthielten kalte und warme Quellen die verschiedenen Mineralsubstanzen aufgelöst, so dass sich während der vulkanischen Thätigkeit kohlen- und schwefelsaurer Kalk, Kiesel und andere Mineralien bildeten, welche daher auch in den obersten Schichten vorherrschen. Die Hebung der Gegend veranlasste ein Austrocknen der Seen und der Niederschlag der Süsswasserschichten hörte auf.

Aehnliche Bildungen finden sich auch bei Puy en Velay und am Cantal in der Nähe von Aurillac. In der erstern Gegend bestehen die Schichten aus quarzigem, zuweilen granitischen Sandstein, aus röthlichem und bunten Sand und Konglomerat, die fast gänzlich auf die Ränder des Beckens beschränkt sind, so wie endlich aus mehr oder weniger kalkigem, von Gyps begleiteten Mergel. Nach dem Absatze der Schichten erfolgten ungeheure vulkanische Ausbrüche, welche jene fast gänzlich bedeckten. — Bei Aurillac finden sich zwei Gruppen, die untere aus Geschieben, Sand und Thon, die obere aus kieseligem und kalkigen Mergel mit Gypsmassen und Kalkstein, der eine ungeheure Masse von Kieseln umschliesst, bestehend; letzterer hat viel Aehnlichkeit mit der Feuersteine enthaltenden Kreide. Die Kiesel enthalten die si-

Digitized by Google

lificirten Samenkapseln der sehr häufig auf dem Boden des Sees wachsenden Chara und der Kalkstein Planorben und andere Sumpfmuscheln dieser Periode.

Nördlich von den so eben beschriebenen Gegenden liegt das tertiäre Becken von Paris, welches zuerst von allen tertiären Formationen untersucht und gewissermaasen als der Haupttxpus der Bildungen dieser Art angesehen wurde. Die Pariser Becken bildet eine von NO. nach SW. 40 Meilen lange und von O. nach W. ohngefähr 20 Meilen breite Vertiefung in der Kreide, welches aus dem Durchschnitte Fig. 136 a deutlich wird. Auf demselben bezeichnet a die primären, b die ältern secundären Gebirgsarten, c die Kreide und d die Eocenformation des Pariser Beckens. — Die Glieder desselben zerfallen in vier Abtheilungen, deren Niederschlag auf folgende Weise erfolgt seyn dürfte:

4) Obere Süsswasserbildung.
|
3) Obere Meeresbildung.
|
2) Kieselkalkstein — Gyps — Grobkalk.
| |
1) Plastischer Thon.
|
Kreide.

Unmittelbar über der Kreide kommt sehr häufig ein Lager von Feuersteinbruchstücken, die durch kieseligen Sand zu einer Breccie verbunden sind, vor. Diese Feuersteine beweisen die entblössende Einwirkung des Meeres auf Kreidegestade, als ein Theil des Kreidegebirges über den Meeresspiegel emporgehoben und ehe

Digitized by Google

die regelmässigen tertiären Lager darauf abgesetzt worden waren.

Auf diesem Lager oder, wo es fehlt, unmittelbar auf der Kreide ist der sogenannte plastische Thon mit Braunkohlen und Süsswassermuscheln, auch mit Sand abgesetzt. Er hat nicht allein eine sehr partielle Ausdehnung, sondern ist auch auf durchaus keinen bestimmten Platz in der Reihe beschränkt; denn er wechselt mit dem im Meere gebildeten Grobkalk und kommt auch fast in der Mitte dieser Formation mit denselben Planorben, Paludinen und Limneen vor. Ohnstreitig strömte ein Thontheile mit sich führender Fluss in eine Meeresbucht und führte von Zeit zu Zeit Süsswassermuscheln und Treibholz hinein.

Der Grobkalk ist ein grobkörniger, oft in Sand übergehender Kalkstein, wie er vielleicht aus der Zersetzung eines Kreidegebirges und Zusammenführung der losen Theilchen durch Wasser entstanden ist. Er enthält bei weitem die grösste Menge der dem Pariser Becken charakteristischen Muscheln; zu Grignon allein sind 400 verschiedene Specien vorgekommen. Sie sind von einem hauptsächlich aus zerriebenen Muscheln bestehenden kalkigen Sand umschlossen, bestehen aus Meer-, Fluss- und Landspecien, die theilweis aus weiter Entfernung herbeigeführt worden und sind zum Theil sehr wohl erhalten. Besonders herrscht das Cerithiumgeschlecht vor. Die jetzt lebenden Specien desselben bewohnen das Meer in der Nähe der Flussmündungen in brakigem Wasser, welches die obige Meinung, dass das Becken eine Meeresbucht war, bestätigen. Es strömten mehrere Flüsse in die Bucht, denn während in deren

Digitized by Google

nördlichem Theil Grobkalk vorkommt, findet sich am südlichen Ende eine gleichzeitige Süsswasserbildung.

Der Kieselkalk hat Aehnlichkeit mit einem Niederschlag aus Mineralquellen, ist sehr dicht und hat grösstentheils gar keine oder nur hin und wieder Süsswasser- und Landversteinerungen. Der Kiesel- und der Grobkalk nehmen entweder bestimmte Punkte in dem Becken ein und der eine erlangt seine vollkommenste Entwickelung da, wo der andere fast ganz zurücktritt, oder sie wechsellagern, oder sind endlich so mit einander vermengt, dass man beide an Handstücken wahrnehmen kann.

Auch Gyps und Mergel sind mit und neben dem Kiesel- und Grobkalk niedergeschlagen und wechsellagern mit beiden. Sie sind im mittlern Theile des Beckens, wo die beiden andern Glieder am wenigsten entwickelt vorkommen, am mächigsten.

Die zweite oder obere Meeresgruppe besteht in ihrer untern Abtheilung aus grünem mit dem Gyps der vorigen Gruppe wechsellagernden Mergel und in der obern aus 80 Fuss mächtigen Schichten eines glimmerigen Sandes, auf welchem Sandstein liegt. Aus dieser Formation besteht der obere Theil vieler Hochebenen und Hügel im Pariser Becken, allein sie hat eine weit beschränktere Ausdehnung als der Grobkalk. Die Lage dieser Gruppe lässt sich durch die Senkung von einem Theile des Bekkens erklären. An mehrern Punkten findet man in dem obern Meeressandstein abgerundete Blöcke von Grobkalk, die hin und wieder von Bohrmuscheln durchbohrt worden sind, woraus sich folgern lässt, dass während der Eocenperiode und

Digitized by Google

vor der Bildung der zweiten Meeresgruppe ein Theil des Grobkalks entblösst wurde.

Die obere Süsswasserformation endlich besteht aus Mergel, welcher Lagen und Nieren von Feuerstein enthält, von denen manche gar keine, andere sehr viele organische Reste, namentlich Gyrogoniten oder Samenkapseln der *Charae*. Wahrscheinlich entstanden, nachdem der Meerbusen oder die Bucht mit dem Sande der obern Meeresformation ausgefüllt worden war, sehr viel Sümpfe und seichte Seen, wie man sie häufig auf den neuesten Theilen eines Delta findet. Diese Seen wurden durch Flüsse gespeist, welche die Materialien chemisch und mechanisch aufgelöst enthielten, aus denen sich die Süsswasserbildungen niederschlugen.

Es haben sich im Pariser Becken bis neuerlich 1122 Species fossiler Muscheln gefunden und von diesen waren nur 38 neu. Manche Species sind für die Formation charakteristisch; dahin gehören z. B. *Voluta costaria, Cassidaria carinata, Pleurotoma clavicularis, Nerita tricarinata, Calyptraea trochyformis, Turritella imbricataria, Voluta digitalina, Natica epiglottina, Solarium canaliculatum, Cardita planicosta.* Einige andere sind in Fig. 37, 38, 40, 41, 42 abgebildet. An vielen Punkten finden sich eine grosse Menge mikroskopischer Muscheln von der Grösse eines Nadelknopfs, welche den Cephalopoden oder denjenigen angehören, welche die freieste Bewegung und die entwickeltste Organisation haben. In dem die Centraltheile des Beckens einnehmenden Gyps kommen Land- und Flussmuscheln, Palmenholzstücke und eine grosse Menge von Skeleten vierfüssiger Thiere (50 erloschene Species), von

Digitized by Google

Vögeln, Flussfischen, Land- und Süsswasserreptilien vor. Die Säugethierskelete finden sich gewöhnlich isolirt, oft aber ganz und wohl erhalten vor. Wahrscheinlich sind die Skelete von einem Fluss, der schwefelsauren Kalk aufgelöst enthielt, in die Mitte des Flusses geführtworden.

Im Becken des Cotentin, d. h. in der Umgegend von Valognes im La Manche-Departement finden sich Eocenschichten, bestehend aus einem dem Grobkalk ähnlichen grobkörnigen Kalkstein, der hin und wieder von einem Süsswasserkalk bedeckt ist. Die Formation enthielt über 300 fossile Muscheln und aufgelagert ist ihr an einigen Punkten eine sehr beschränkte neuere Meeresablagerung aus der Miocengruppe.

Zu der Eocengruppe gehören auch noch die Meeresschichten bei Rennes, die meisten aus Thon und Sand bestehenden tertiären Bildungen in Belgien und in den Niederlanden, die von Aix in der Provence, die nördlich von Vicenza bei Ronca, am südlichen Alpenabhange vorkommenden und endlich auch

die in den Becken von London und Hampshire vorkommenden. — In dem Durchschnitt der tertiären Schichten von Suffolk, Figur 128, ersehen wir, dass der sogenannte Crag auf der Londonthon genannten Formation ruhe, welche aus abwechselnden Lagern von blauem und braunen Thon mit vielen Kalksteinnieren, die zu römischem Cement benutzt werden, besteht. Sehr deutlich kann man diese Formation an den Gestaden von Harwich beobachten, wo die Nieren viele Meermuscheln und zuweilen Knochen von Schildkröten enthalten. Die relativen Lagerungsverhältnisse zwischen der Kreide (a), dem Londonthon (b) und dem Crag (c), zwi-

Digitized by Google

schen der Küste von Essex und dem Innern des Landes werden aus Fig. 136 b deutlich. Den Namen Londonthon führt die Formation daher, weil sie in der Nähe der Metropole in einer Mulde oder einem Becken der Kreide vorkommt. (Siehe Fig. 143.) Wir wissen aus sehr zahlreichen Bohrungen auf Springquellen, dass unter dem Thon und Sand, in einer Tiefe von 200 bis 600 Fuss, überall Kreide liegt; denn südlich von London tritt die Kreide hervor und bildet die Hügel von Surrey und wenn man sich nordwärts nach Hertfordshire, oder westwärts mit der Themse nach Oxfordshire wendet, so findet man die Kreide auch wieder.

Die aufliegenden Eocenniederschläge bestehen aus zwei Abtheilungen; die obere aus blauem Thon, hin und wieder mit Kalksteinnieren; die untern aus verschieden farbigem Sand und Thon. Die Versteinerungen aller dieser Schichten sind sehr verschieden von denen des Crag; kaum eine von den Muscheln kann mit jetzt lebenden Species identificirt werden und sämmtlich gleichen sie der Schalthierfauna der Tropengegenden. Diese Meinung wird durch das Vorkommen mancher Species von *Mitra* und *Voluta*, einer grossen *Cypraea*, einer sehr grossen *Rostellaria* und von Muscheln aus den Geschlechtern *Terebellum*, *Cancellaria*, *Crassatella* und andern, mit vier oder mehrern Species von *Nautilus*. (Siehe die Figg. 137 bis 142 und Fig. 48.) Auch Fische, die ein warmes Klima andeuten, finden sich, wie z. B. der Schwerdtfisch (*Tetrapterus priscus*, Agassiz), ungefähr 8 Fuss lang und ein Sägefisch (*Pristis bisulcatus*, Ag.), ungefähr 10 Fuss lang; Geschlechter, die den britischen Meeren fremd sind.

Digitized by Google

Letztere sind auf der Insel Sheppey gefunden, die aus Londonthon besteht und wo nach Angabe des Professor Agassiz nicht weniger als 50 andere Species entdeckt worden sind. Weder die fossilen Pflanzen und Früchte, welche sich auf derselben Insel so häufig finden, noch die fossilen Pflanzen der correspondirenden Eocenformation von Paris scheinen durchaus kein so tropisches Ansehn zu haben, sondern deuten vielmehr auf eine Flora, so wie man sie an den Küsten des Mittelmeers findet.

Ausser der Londonthon genannten Meeresformation gibt es auch Süsswasserschichten der Eocenperiode auf der Insel Wight und an der gegenüberliegenden Küste von Hampshire. Sie enthalten Muscheln, wie *Limnea* und *Planorbis* (siehe Fig. 29, 30, 31 und 33); *Gyrogonites*, oder den fossilen Samen von *Chara* (siehe Fig. 49 und 50), so wie die Knochen verschiedener Vierfüsser von erloschenen Geschlechtern, wie *Palaeotherium*, *Anoplotherium* und *Chaeropotamus*, die neuerlich bei Binstead gefunden worden sind.

Wir bemerkten schon, dass fossile Säugethiere von erloschenen Species in den neuern Pliocenschichten von England und andern Gegenden vorgekommen sind. Verschiedene Species charakterisiren die Miocen- und andere sind den Eocenformationen eigenthümlich; und unter denselben ist fast jede Ordnung und Familie der gras- und fleischfressenden Thiere repräsentirt. Dagegen sind diejenigen sehr selten, welche Bäume bewohnen und erst ganz neuerlich, namentlich 1837, sind Reste von Quadrumanen oder Affen entdeckt. Man erhielt sie fast zu gleicher Zeit aus Frankreich und aus Indien.

Digitized by Google

Dort fanden sich die Knochen eines Gibbon, bei Auch im Gersdepartement, ungefähr 9 Meilen westlich von Toulouse, nebst Knochen von dem Rhinoceros, Dinotherium, Mastodon und andern; in Indien die Reste eines Monkey, an den Sewalikbergen, einer niedern Kette des Himalaya, bei Saharunpore, nebst den Knochen mancher erloschener Vierfüsser.

Das häufige Vorkommen von Versteinerungen aus den höchsten Klassen der Thiere mit Rückenwirbeln in den tertiären Schichten ist eine sehr bemerkenswerthe Thatsache, da wir in der Folge finden werden, wie selten sie in den secondären Formationen sind.

Fünfzehntes Kapitel.

Kreidegruppe.

Die zunächst auf die tertiären Schichten in absteigender Ordnung folgende Gruppe ist die der Kreide, weil sie zum Theil aus dem merkwürdigen weissen erdigen Kalkstein, welchen man Kreide *(creta)* nennt, besteht. Mit derselben kommen jedoch gewöhnlich noch andere Sand-, Mergel- und Thonniederschläge vor, welche die Grünsandformation genannt worden sind, weil einiger von dem Sande durch seine dunkelgrüne Farbe bemerkenswerth ist.

Im südlichen England zerfallen die Kreideschichten in folgende Unterabtheilungen.

Digitized by Google

Kreidegruppe.	1. Kreideformation.	a. Weiche weisse Kreide mit Feuersteinen.	Gesammtmächtigkeit von 600 bis 1000 Fuss.
		b. Harte weisse Kreide mit wenigen oder keinen Feuersteinen.	
		c. Kreidemergel.	
	2. Grünsandformation.	a. Oberer Grünsand.	30 bis 40 Fuss mächtig.
		b. Gault oder blauer Mergel.	10 bis 150 Fuss.
		c. Unterer Grünsand u. Eisensand, zuweilen mit Kalkstein.	250 Fuss mächtig.

Der Durchschnitt Fig. 143 zeigt die Art und Weise, wie die tertiären Schichten der sogenannten Londoner und Pariser Becken auf der Kreide abgelagert worden sind und wie die weisse Kreide dagegen in dieser ganzen Gegend auf der Grünsandformation ruht.

Wir wollen nun zuvörderst von der Kreide, ihren Versteinerungen und wahrscheinlichem Ursprung reden, darauf einige Bemerkungen über den Grünsand machen, worauf wir endlich die wahrscheinlichen Verhältnisse der Kreide und des Grünsands zu einander nachweisen wollen.

Weisse Kreide. — Dieses zum Schreiben angewendete Gestein besteht fast nur aus kohlensaurem Kalk. Obgleich gewöhnlich weich, geht es doch an einigen Orten mittels einer stufenweisen Veränderung in einen festen Baustein über. Die Schichtung ist oft undeutlich, ausgenommen da, wo abwechselnde Feuersteinlagen vorkommen. Diese Lagen finden sich 2 bis 4 Fuss von einander entfernt und sind 3 bis 6 Zoll stark, hängen hin und wieder zusammen. Je-

Digitized by Google

doch kommen die Feuersteine häufiger als Nieren vor.

Die Figg. 11, 28, 144 bis 157 stellen einige von den häufig in der weissen Kreide vorkommenden fossilen Muscheln vor und diese allein sind hinreichend, um ihren Meeresursprung zu beweisen. Einige derselben, wie die *Terebratulae* (siehe Fig. 148, 150, 151, 152) leben am Meeresboden, wo das Wasser ruhig ist und eine gewisse Tiefe hat. *Crania* und *Catillus* (Fig. 145 und 144) lassen sich als Formen nachweisen, die, so weit unsere jetzigen Kenntnisse reichen, am Ende der Kreidenperioden erloschen und daher nie in einer tertiären Schicht, oder im lebenden Zustande gefunden werden. Unter andern Formen, die ebenfalls sehr deutlich unter den fossilen Mollusken der Kreidegruppe auftreten, dagegen aber der tertiären und der neuen Periode fremd sind, mögen die Belemniten, Ammoniten, Baculiten und Turriliten aus der Familie der Cephalopoden erwähnt werden, zu denen der lebende Dintenfisch und der *Nautilus* gehören. (Fig. 154 — 157.)

Einer von diesen, der Belemnit (Fig. 155) war wie der Knochen des gemeinen Dintenfisches oder der *Sepia* eine innere Muschel. Ausserdem finden sich auch noch andere Versteinerungen in der Kreide, wie die Seeigel (Fig. 11 und 158), Korallen (Fig. 159) und Schwämme (Fig. 160), welche ebenfalls Meeresgeschöpfe sind. Sie finden sich ohne Unterschied sowohl in der weissen Kreide, als auch in dem harten Feuerstein.

Von manchen dieser eingeschlossenen Zoophyten rühren die unregelmässigen Formen gewisser Feuersteine her, wie Fig. 161 zeigt, in-

Digitized by Google

dem die Löcher an der Aussenseite von den Zweigen eines Schwammes entstanden sind, welches man sieht, wenn man, wie in Fig. 160, den Feuerstein zerschlägt.

Mit diesen Versteinerungen kommen nicht selten Reste von Fischen und Crustaceen (Krebsen) vor, dagegen aber nie Knochen von Landthieren und eben so wenig Landschnecken, Flussmuscheln oder Pflanzen, mit Ausnahme von Treibholz und Seegras. Endlich findet man in der Kreide auch keinen Sand und Geschiebe. Alle diese Erscheinungen führen uns zu der Annahme, dass dieser Niederschlag in einem tiefen Meere, weit vom Land und zu einer Zeit gebildet wurde, als die europäische Fauna von der der tertiären Periode gänzlich verschieden war, indem deren zahlreiche Pflanzen- und Thierspecies gänzlich verschieden sind.

Entstehung der weissen Kreide. — Nachdem wir zu der Folgerung gelangt sind, dass die Kreide in einem offenen, tiefen Meere gebildet wurde, müssen wir zunächst untersuchen, auf welche Weise eine so grosse Menge von dieser eigenthümlichen weissen Substanz über einen mehrere hundert Meilen im Durchmesser haltenden Flächenraum und von welchem einige äusserste Punkte, wie wir weiter unten noch näher sehen werden, mehr als tausend geographische Meilen von einander entfernt liegen, abgesetzt werden konnte.

Es wurde bereits im dritten Kapitel bemerkt, dass selbst diejenige Kreide, welche dem gewöhnlichen Beobachter gänzlich versteinerungsleer, dennoch unter dem Mikroskop ganz erfüllt von Korallen- und Schwammbruchstücken, von den Schalen der *Cytherina*, den Muscheln der

Digitized by Google

Foraminifera und noch mehrerer kleiner Infusorien erscheint.

Nun ist schon vor dieser Entdeckung oft die Behauptung aufgestellt worden, dass weisse Kreide thierischen Ursprungs sey, selbst wo jede Spur der organischen Struktur vertilgt war. Diese kühne Meinung wurde zum Theil auf die Thatsache begründet, dass die Kreide aus reinem kohlensauren Kalk bestehe, wie aus der Zersetzung der Testaceen, Echiniten und Korallen hervorgehe und in dem Uebergange der zwischen diesen Versteinerungen im halb zersetzten Zustand und der Kreide statt findet, zu erkennen wäre. Allein diese Folgerung erschien manchen Naturforschern zu unbestimmt und phantastisch, bis dass die Wahrscheinlichkeit durch neuere Beobachtungen bewiesen wurde. Dies ist besonders durch den Meister in mikroskopischen Beobachtungen, durch Ehrenberg in Berlin geschehen, indem derselbe nicht allein von der europäischen Kreide, sondern auch von den bisher zweifelhaften Kalkfelsarten beider Nilufer von Kahira bis Theben und von denen vom *Hamam Foraun* und *Tor* im sinaischen Arabien, auf das Bestimmteste nachgewiesen hat, dass sie aus den mikroskopischen oder Schneckenkorallen (Polythalamien) bestehen *).

Der englische Marinelieutenant Nelson bemerkt, dass auf den bermudischen Inseln mehrere Becken oder Lagunen vorhanden seyen, die fast gänzlich von Korallenriffen umschlossen wären. Auf dem Boden dieser Lagunen findet sich

*) Ehrenberg sucht auch ganz neuerlich nachzuweisen, dass der neuere Meeressand das Produkt jetzt lebender Thierchen sey.

Digitized by Google

ein weicher weisser, kalkiger Schlamm, der aus der Zersetzung von *Eschara*, *Flustra*, *Cellepora* und anderer weicher Korallen gebildet ist. Getrocknet ist dieser Schlamm von der gewöhnlichen weichen, weissen Kreide gar nicht zu unterscheiden. Fast zu derselben Zeit machte Herr Darwin ähnliche Beobachtungen auf den Koralleninseln des stillen Meeres und gelangte zu der Annahme, dass viel von dem weichen weissen Schlamm, der auf dem Boden des Meeres in der Nähe von Korallenriffen gefunden wird, durch die Körper von Würmern, mittels deren die steinige Masse der Koralle überall durchbohrt worden ist, so wie ein anderer Theil durch die Eingeweide von Fischen gegangen sey. Denn gewisse in Schwärmen zusammen lebende Fische aus dem Geschlecht *Sparus* sieht man bei hellem Wasser ganz ruhig in ungeheurer Menge an lebenden Korallen weiden, gleich den Heerden grasfressender Vierfüsser. Die Eingeweide solcher Fische fand Herr Darwin mit unreinem Kalk angefüllt. Dieser Umstand ist um so bemerkenswerther, wenn wir uns erinnern, in welche Verlegenheit die Petrefactologen geriethen, als sie in der Kreide gewisse Körper fanden, die sie für Lärchenzapfen hielten, die aber später vom Dr. Buckland als Fischexcremente erkannt wurden. Diese spiralförmigen Coproliten (Fig. 162 u. 163) bestehen, gleich den Schuppen und Gräten oder Knochen der fossilen Fische in der Kreide, hauptsächlich aus phosphorsaurem Kalk.

Einzelne Geschiebe in der Kreide. — Wir haben schon bemerkt, dass in der weissen Kreide im Allgemeinen kein Sand und keine Geschiebe gefunden werden, um so auf-

Digitized by Google

fallender ist das Vorkommen von einigen einzelnen Geschieben von Quarz und grünem Schiefer von 2 bis 3 Zoll Durchmesser im südöstlichen England. Wenn diese nun an die Punkte, wo wir sie jetzt finden, mittels Wellen und Strömungen von dem das Kreidemeer umgebenden Lande geführt, wie kommt es, dass dahin nicht auch zu gleicher Zeit Sand und Schlamm geschafft wurden? Wir dürfen nicht annehmen, dass solche abgerundete Steine gleich erratischen Blöcken durch Eis transportirt seyen (siehe Ende des sechsten Kapitels), indem dies ein kaltes Klima in der Kreideperiode voraussetzt, welches aber mit dem üppigen Wachsthume der grosskammerigen, einschaligen Muscheln, der vielen Korallen, mancher Fische und anderer Versteinerungen von tropischen Formen im Widerspruch steht.

Nun fand Kapitän Ross auf der Keelinginsel, einer der einzelnen Korallenmassen, die in dem weiten stillen Meer emporsteigen, ein einzelnes Grünsteinbruchstück, da, wo übrigens jede andere Mineralsubstanz kalkig ist; und Herr Darwin vermuthet daher, dass es von den Wurzeln eines grossen Baums umschlossen dorthin gelangt seyn möge. Er erinnert auch an die Bemerkung des verewigten A. v. Chamisso, dass die Eingebornen des Radackarchipels, einer Gruppe von Lagunceninseln im stillen Meere, die Steine zum Schärfen ihrer Werkzeuge in den Wurzeln der Bäume suchen, die an die Gestade getrieben worden sind.

Man kann dagegen vielleicht den Einwurf machen, dass eine ähnliche Art des Transports in einem Kreidemeer nicht statt gefunden haben könne, da fossiles Holz in der Kreide sehr sel-

Digitized by Google

ten sey. Dennoch kommt es zuweilen vor und in der Kreide mit Feuersteinen, sowohl in dem weichen Gestein, als auch im verkieselten Zustand im Feuerstein. In diesen Fällen hat es oft den Anschein, als wenn es von einiger Entfernung herbeigeschwemmt worden, da es gewöhnlich von Bohrmuscheln, wie *Teredo* und *Fistulana* angebohrt worden.

Die einzige andere sich selbst darbietende Art des Transports konnte mit Hilfe von Seegras erfolgen. Dr. Beck sagte mir, dass in dem Lym-Fiord auf Jütland der *Fucus vesiculosus* zuweilen eine Höhe von 10 Fuss erreiche und dass die aus einer einzigen Wurzel hervorkommenden Zweige einen mehrere Fuss im Durchmesser haltenden Büschel bilden. Sind die Blätter ausgebreitet, so erhält die Pflanze oft eine solche Schwimmkraft, dass sie lose Steine von mehrern Zollen Durchmesser aufnimmt, die oft durch die Wellen hoch auf den Strand geworfen werden. Der *Fucus giganteus*, der auf Feuerland so häufig ist, wird nach Cook's Angabe 360 Fuss lang, obgleich der Stamm nicht stärker als ein Mannsdaumen ist. Man findet ihn oft auf dem Meere schwimmend, mit daranhängenden Muscheln, mehrere hundert Meilen von seinem Geburtsland entfernt. Einige von diesen Pflanzen waren, nach der Erzählung Darwin's, in den Kanälen von Feuerland so fest mit Steinen verbunden, dass dieselben daran in die Höhe und in das Boot gezogen werden konnten und dennoch waren die Steine so gross, dass eine Person sie kaum emporzuziehen vermochte. Nun hat man zwar hin und wieder fossiles Seegras in der Kreideformation, allein nie solches von bedeutender Grösse gefunden.

Digitized by Google

Kreidekorallenriffe in Dänemark. — Nachdem wir von der wahrscheinlichen Entlehnung der Kreide aus der Zersetzung von Korallen und Muscheln geredet haben, wollen wir noch hinzufügen, dass auf der dänischen Insel Seeland unmittelbar mit der Kreide ein gelber Kalkstein genau verbunden ist und eine ungeheure Anzahl derselben Versteinerungen enthält, der aus einem Aggregat von Korallen besteht, die ihre Formen eben so bestimmt beibehalten haben, wie die abgestorbenen Zoophyten, welche in die Struktur der jetzt in dem Meere wachsenden Riffe eingehen. Die Mächtigkeit dieser Felsart ist unbekannt, auf Faxoe hat darin ein Steinbruch eine Tiefe von 40 Fuss erreicht. Zu Stevensklint auf Seeland ruht er auf weisser Kreide mit Feuersteinen, von welcher er im Ansehn sehr abweicht und wo er wiederum von einem andern Kalkstein bedeckt ist, der, obgleich jünger, dennoch sowohl in Beziehung auf mineralischen Charakter als auf Versteinerungen, mehr mit der weissen Kreide übereinstimmt. Von 140 Species von Schwämmen, Korallen und andern Zoophyten, die von dem Kalkstein auf Faxoe und aus der gemeinen weissen, mit der englischen übereinstimmenden Kreide in Dänemark gesammelt worden, sind nicht weniger als 42 beiden Formationen gemeinschaftlich; und manche von denselben Species von Muscheln und von Echinodermaten sind in beiden gefunden worden. Die Faxoeformation ist nicht allein wegen der Menge und guten Erhaltung ihrer fossilen Korallen, sondern auch wegen der generischen Aehnlichkeit mancher ihrer einschaligen Muscheln mit Formen, die der allgemeinen Annahme nach hauptsächlich oder ausschliess-

Digitized by Google

lich der tertiären Periode angehören, bemerkenswerth. So finden wir unter den schüsselförmigen (*patelliform*) einschaligen Muscheln, *Patella* und *Emarginula* und unter den spiralförmigen die Geschlechter *Cypraea, Oliva, Mitra, Cerithium, Fusus, Trochus, Triton, Nassa* und *Bulla.*

Die Species stimmen aber mit denen der tertiären Schichten nicht überein und sind mit den Cephalopoden der vorher als der Kreide charakteristisch und der tertiären Epoche fremd erwähnten, erloschenen Familien verbunden, wie z. B. die Ammoniten, Belemniten und Baculiten. Zwei Species, *Belemnites mucronatus* (Fig. 155) und *Baculites Faujasii* (Fig. 156) sind den Faxoelagern und der weissen Kreide gemeinschaftlich.

Aus diesen Thatsachen dürfen wir folgern, dass der Faxoekalkstein in dem Kreidemeer an einer Stelle gebildet wurde, die zur Vermehrung der steinigen Korallen und der einschaligen Muscheln günstig war; und da ein geringer Theil des Gesteins aus weisser erdiger Kreide besteht, so muss diese letztere Substanz gleichzeitig gebildet worden seyn und einiges davon mochte von dem Korallenriff von Faxoe als Schlamm weggewaschen und über die tiefern Theile desselben Meeres ausgebreitet worden seyn, eben so wie der weisse Schlamm, der aus den Lagunen der Bermudas oder Koralleninseln des stillen Meeres herausgeführt wurde, Niederschläge von weisser Kreide bilden musste, welche weit ausgedehntere Räume, als die Riffe einnehmen, bedeckte.

Dieselben Bemerkungen lassen sich auf Gesteine anwenden, die am St. Petersberge bei

Digitized by Google

Mastricht und zu Ciply bei Mons auf der obern Kreide mit Feuersteinen abgesetzt sind. Es ist weich und gelblich, der Kreide nicht unähnlich und umschliesst kieselige Massen, die weit seltner, als die in der Kreide und grösser sind, aber nicht aus schwarzem Feuerstein, sondern aus Hornstein und Kalzedon bestehen. Gleich dem Faxoegestein, ist diese Bildung durch einen eigenthümlichen Verein von organischen Resten charakterisirt, die specifisch verschieden von denen der tertiären Periode, von welchen manche aber auch der weissen Kreide gemeinschaftlich sind.

Man hat die Behauptung aufgestellt, diese Mastrichtbildung sey ein Uebergangsglied zwischen den secondären und tertiären Formationen, dem aber entgegnet werden kann, dass man in derselben Ammoniten (*A. Rhotomagensis*, Fig. 164), Baculiten, Hamiten und Hippuriten gefunden hat, die aber bis jetzt nie in Schichten, welche neuer als Kreide, vorgekommen sind. In derselben Formation haben sich auch grosse Schildkröten und ein riesenhaftes Reptil, der *Mososaurus*, oder fossile Monitor gefunden, von denen sich auch einige Rückenwirbel in der englischen Kreide finden. Der osteologische Charakter dieses eierlegenden Vierfüssers beweisst, dass er mitten zwischen den lebenden Monitor und Iguana stand und aus der Grösse seines Kopfs, seiner Rückenwirbel und seiner übrigen Knochen lässt sich eine Länge des Thiers von 24 Fuss folgern.

Das Vorhandenseyn solcher Schildkröten und Saurier scheint die Nachbarschaft irgend eines Landes vorauszusetzen, auf dessen sandigen Ufern diese Geschöpfe ihre Eier legen konnten.

Digitized by Google

Allein einige kleine Inseln mitten im Ocean, wie Ascension, welches so häufig von Schildkröten besucht wird, mochten den Kreidereptilien vielleicht die nöthigen Zufluchtsörter gewähren.

Entstehung des Feuersteins in Kreide. — Es ist schwierig, eine genügende Erklärung von der Entstehung des Feuersteins in der Kreide zu geben, mag er nun lagen- oder nierenweis vorkommen. Es scheint, dass ursprünglich sowohl Kiesel- als Kalkerde in dem schlammigen Boden des Kreidemeeres vorhanden war, wenigstens als die obere Kreide niedergeschlagen wurde. Ob beide diese Erden gleichzeitig von der Zersetzung organischer Körper geliefert werden konnten, bleibt Sache der Spekulation; allein was wir im dritten Kapitel über die Entstehung des Tripels gesagt haben, beweisst, wie mikroskopische Infusorien Veranlassung zur Entstehung dichter und reiner Feuersteinmassen geben konnten. Die Skelete mancher lebender Schwämme bestehen aus Nadeln oder *Spicula* von Feuerstein und diese finden sich sehr häufig in den Kreidefeuersteinen. Es gibt aber auch andere lebende Zoophyten, welche das Vermögen besitzen, kieselige Materien aus dem Meereswasser abzusondern, gerade so wie Mollusken Kalktheilchen absondern.

Mochte nun der Schlamm seinen Kiesel von irgend einer der erwähnten Quellen entnehmen, so müssen wir doch die parallele Lage der Feuersteinschichten einem successiven Niederschlage zuschreiben. Die Entfernungen zwischen den Lagen hingen von den Zwischenräumen des Niederschlags ab, indem jede neue Masse auf dem Meeresboden eine breiartige Flüssigkeit bildet, welche das vorhergehende Lager, auf welchem

Digitized by Google

sie ruhet, durchdringen kann, da die Erhärtung dieser letztern so weit vorgeschritten war, um eine solche Vermengung zu verhindern. Dennoch ist die Trennung des Feuersteins in von der Kreide so scharf geschiedenen Lagen eine einzige noch nicht erklärte Erscheinung. Vielleicht mochte, da das specifische Gewicht des Kiesels das des Kalks übersteigt, der schwerere Feuerstein jeder Schicht von weichem Schlamm zu Boden sinken.

Geographische Verbreitung der weissen Kreide. — Die Oberfläche, über welche die weisse Kreide ein fast gleichartiges Ansehn beibehält, ist so bedeutend, dass die Geologen keinen ähnlichen Niederschlag von neuer Entstehung nachzuweisen vermögen; denn Kreide findet sich in einer Richtung von NW. nach SO., vom nördlichen Ireland bis zur Krimm, welche 1140 geographische Meilen von einander entfernt liegen und in entgegengesetzter Richtung dehnt sie sich vom südlichen Schweden bis südlich von Bordeaux auf eine Entfernung von 840 geographische Meilen aus. Allein wir dürfen nicht folgern, dass sie je gleichförmig über diesen ganzen ungeheuren Raum verbreitet war, sondern dass sich über demselben nur einzelne verschieden grosse Stücke verbreitet finden. Wenden wir uns nun zu den Gegenden des Stillen Meeres, über welche Korallenriffe verbreitet sind, so finden wir, dass Archipele oder Lagunеninseln, wie z. B. die des Gefährlichen, oder die des Archipels von Radack nebst einiger benachbarten Gruppen, die 1100 bis 1200 (engl.) Meilen — 240 bis 260 deutsche — lang und 300 bis 400 engl. (80 bis 90 deutsche) Meilen breit, vorhanden sind und der Raum, den

Digitized by Google

Flinders das Korallenmeer zu nennen vorschlug, ist weit grösser, denn es ist im Osten durch Australien, im Westen durch Neucaledonien und im Norden durch die Riffe von Luisiade begrenzt. Obgleich in diesem Raume nur wenig Inseln erscheinen mögen, so mag der Schlamm von den sich zersetzenden Zoophyten dennoch weit und breit durch Meeresströmungen verbreitet werden. — In Deutschland tritt die weisse Kreide mit Feuersteinen sehr deutlich in dem Vorlande der Stubbenkammer auf der Insel Rügen auf und wird durch den Punkt auf der Insel Morea mit den grössern Massen in Schonen verbunden.

Im nördlichen Deutschland erscheint diese Formation am nördlichen Rande des westphälischen Schiefergebirges in der grossen Fläche von Münster und bis an den südwestlichen Rand des Teutoburger Waldes. Obgleich diese Vorkommen zu einem Becken mit dem nicht weit entfernten Südengland gehört, so ist dennoch seine mineralogische Beschaffenheit so abweichend, dass nur die Lagerungsverhältnisse, der geographische Zusammenhang und die Versteinerungen allgemein die Ueberzeugung der Identität gegeben haben. In dieser ganzen Gegend findet sich keine Spur von weisser schreibender Kreide mit schwarzen Feuersteinen. An dem Südrande sind weissgelbliche, bläuliche und grüne Mergel vorherrschend, in denen einzelne Lager von festem, ganz mit grünen Punkten und Körnern erfüllten Mergel liegen, die sandig und sandsteinartig werden und unmittelbar dem ältern Gebirge aufgelagert sind. Ein zweiter Busen im Rande des norddeutschen Hügellandes, welcher mit Gesteinen dieser Gruppe erfüllt ist,

Digitized by Google

schliesst sich an den Nordrand des Harzes an und öffnet sich gegen NW. in die Ebene zwischen Braunschweig und Hildesheim. Kreidemergel berühren hier am Rande des Harzes bisweilen unmittelbar das Grauwackengebirge und dehnen sich in der Ebene bei Peina unter dem Sand aus.

Grünsandformation. — Die untere Abtheilung der Kreidegruppe in England zerfällt, wie wir sahen, in obern Grünsand, Gault und untern Grünsand. Die grünen Körner bestehen, nach Ausweis der Analyse, hauptsächlich aus Eisensilikat und stimmen in den Bestandtheilen mit Chlorit überein. Die untere weisse mergelige Kreide nimmt immer mehr und mehr von diesen Körnern auf, bis dass sie in den obern Grünsand übergehen, eine aus Sand und sandigem Mergel bestehende Formation, die häufig Hornstein enthält und nach unten zu in den Thon und Mergel übergeht, der provinciell Gault genannt worden ist. Obgleich sich diese beiden Unterabtheilungen oft bis zu einer Mächtigkeit von 6 bis 10 Fuss vermindern, so bilden sie doch bestimmte und zusammenhängende Bänder von Sand und Thon zwischen der Kreide und dem untern Grünsand auf bedeutenden Strichen in England, Frankreich und Belgien und jedes behält auf diesen Räumen gewisse mineralogische Eigenthümlichkeiten und charakteristische Versteinerungen bei.

Der untere Grünsand unter dem Gault besteht zum Theil aus Grün- und zum Theil aus Eisensand und Sandstein mit etwas Kalkstein. In der englischen Provinz Kent haben diese Schichten von oben nach unten folgende Reihefolge: 1) Weisser, gelblicher oder eisenhalti-

Digitized by Google

ger Sand mit Kalk- und Hornsteinnieren, 70 Fuss mächtig; 2) Sand mit grüner Materie, 70 bis 100 Fuss mächtig; 3) Kalkstein (*Kentish rag* genannt), 60 bis 80 Fuss mächtig.

Sehr mächtig tritt der untere Sandstein als sogenannter Quadersandstein in einigen Gegenden Deutschlands auf. So zuvörderst in der Gegend von Halberstadt und Blankenburg am östlichen Rande des Harzes. Er ist dort weiss, feinkörnig und enthält ein mächtiges Zwischenlager von sandigem Mergel voll grüner Körner, der in graulichweissen erdigen Kalkstein mit Feuerstein übergeht und vollkommen den über den Sandstein vorkommenden Gesteinen gleicht. Bei Quedlinburg kommen in diesem Sandsteine mehrere Steinkohlenflötze vor. Sehr grosse Massen treten in Sachsen und Böhmen auf, welche die bekannten Felsenparthien von Schandau und Adersbach bilden und die aus einem sehr einförmigen, ziemlich grosskörnigen weissen Sandstein mit wenig Bindemittel bestehen. Im Plauenschen Grunde finden sich unter den Kalkmergeln (dort Plänerkalkstein genannt) mannichfaltige Schichten, welche nach unten in ein grobes, grünes Konglomerat übergehen. — In Schlesien finden sich mehrere Partien von Quadersandstein, von denen die bedeutendste am Nordrande des Riesengebirges, von Goldberg an über Löwenberg bis an den Queiss und die Neisse vorkommt. Die untersten Lagen sind oft konglomeratartig, hin und wieder ist der Sandstein sehr thonig und an einigen Punkten geht er bisweilen in einen dichten Quarzfels über, auch finden sich einige Kohlenlager. Eine andere Quadersandsteinpartie verbreitet sich südwärts von Waldenburg nach Habelschwerdt, wo

Digitized by Google

viele Versteinerungen in einem feinkörnigen, ganz mit grünen Punkten erfüllten Sandstein vorkommen.

Einige von den hauptsächlichsten Versteinerungen des Grünsandes sind in Fig. 165 bis 167 abgebildet. Einige, wie *Pecten quinquecostatus* (Fig. 166) finden sich in allen Gliedern der Reihen. Einige Formen der Cephalopoden, wie der Hamit (Fig. 167), Scaphit und andere unterscheiden in England den Grünsand von der weissen Kreide.

Entstehung der Grünsandformation. — Diese Niederschläge bestehen, unähnlich der Kreide, aus einer Reihefolge von gewöhnlichen Sand-, Thon-, Mergel- und Lagern von unreinem Kalkstein, deren Materialien von der Zerstörung älterer Felsarten entlehnt seyn mochten. Die Beschaffenheit dieser aus andern gebildeten Felsarten lernen wir dadurch kennen, dass wir in dem Grünsand und Quadersandstein Geschiebe von Quarz, quarzigem Sandstein, Jaspis und Kieselschiefer sammt Körnern von Chlorit und Glimmer finden. Wir müssen natürlich fragen, wie es kommen konnte, dass über eine sehr ausgedehnte untermeerische Oberfläche zuerst eine Reihe von mechanischen Schichten, wie die des Grünsandes und dann über demselben Raum ein reiner zoophytischer und Muschelkalkstein, wie die weisse Kreide gebildet werden konnte. Gewisse Ursachen, die während der ersten Periode Veranlassung zum Niederschlag von Schlamm, Sand und Geschieben gaben, mussten später zu wirken aufhören; denn offenbar trübte kein ähnliches Sediment die klaren Gewässer des Meeres, in denen sich die weisse Kreide anhäufte. Die einzige Hypothese,

Digitized by Google

welche im Stande zu seyn scheint, solch' einen Wechsel zu erklären, ist ein stufenweises Sinken des Landes, welches vorher schon der Einwirkung der Entblössung ausgesetzt war, unter den Meeresspiegel. Diese Operation mochte so langsam erfolgt seyn, dass Zeit zu bedeutenden Schwankungen in dem Zustande der organischen Welt entstand und dass verschiedene Reihen von Schichten mit dem untern Grünsande beginnend und mit der obern weissen Kreide schliessend, jede einige eigenthümliche Thierreste, welche nach und nach in dem Meere lebten, enthalten konnten, während andere Species die ganze Periode hindurch dauerten und daher allen diesen Formationen gemeinschaftlich sind.

Wir werden im nächsten Kapitel, wenn wir von der Wealdformation reden, sehen, dass ein solches allgemeines Sinken des Landes, so wie es hier zur Erklärung der Art und Weise, wie die Kreide dem Grünsande folgt, angenommen worden ist, aus andern unabhängigen Beweisen, als über weite Oberflächen statt gefunden, gefolgert werden kann.

Jedoch dürfen wir nicht annehmen, dass der Niederschlag alles Grünsandes in Europa aufgehört hatte, ehe sich irgend Kreide anzuhäufen begann. In England, Frankreich, Belgien und Dänemark war die Reihefolge der Bildungen wirklich so, allein wenn wir verschiedene Gegenden mit einander vergleichen, von denen einige gar nicht weit von einander entfernt liegen, so finden wir Gründe zu der Annahme, dass an dem einen Punkte Sand und Thon niedergeschlagen zu werden fortfuhren, während sich an einem andern reine weisse Kreide bildete. So

sahen wir, dass in Westphalen Schichten mit denselben Versteinerungen, wie die weisse Kreide in England vorkommen, die aus Sand und Mergel mit grünen Körnern, wie der obere Grünsand, bestehen. Aehnliche Thatsachen sind in den Karpathen in Ungarn gemacht worden. Solche Veränderungen mussten vorkommen, wenn die angenommene Senkung nicht überall gleichzeitig statt finden konnte und aus diesem Grunde mussten die Unterabtheilungen der Kreidegruppe, wie ausdauernd und gleichförmig in dem mineralogischen Charakter sie in einigen Gegenden auch seyn mochten, sich nach andern Richtungen schnell und gänzlich ändern.

Aeussere Gestaltung der Kreide. — Die ebenen und abgerundeten Umrisse der aus weisser Kreide bestehenden Hügel sind besonders im südöstlichen England allgemein und in die Augen fallend. Diese von Baumwuchs und von Heckenreihen freien Kreidehügel geben uns eine gute Gelegenheit, die Art und Weise, wie sich die obern Thäler mit den grössern verbinden und wie diese, weiter abwärts, tiefer und weiter werden, zu erkennen. Grösstentheils sind sie trocken, zuweilen aber, nach einem heftigen Regen oder nach dem Schmelzen des Schnees, bieten sie ein vollkommenes System der Entwässerung dar. Wir dürfen annehmen, dass ihre Aushöhlung durch die Einwirkung der Wellen und Strömungen, während die Kreide nach und nach aus dem Meer emporstieg, bewerkstelligt worden sey. Derselben Einwirkung mögen wir auch die Escarpements oder steilen Abhänge, oder jene langen Linien von jähe abfallenden Gestaden zuschreiben, in welche die Kreide oft plötzlich endigt und die, obgleich sie

Digitized by Google

jetzt im Lande liegen, dennoch von den Wellen unterwaschen worden sind, als die Kreide aus dem Meer emporgehoben wurde.

In England kommen manche Beispiele vor, allein nirgend gibt es auffallendere Kreidemauern, als am untern Theile des grossen Thales oder Engpasses, durch welchen die Seine in der Normandie fliesst. Zu verschiedenen Höhen an den steilen Abhängen dieser Hügel finden sich hervorstehende Pfeiler und Spitzen von sehr harter und dichter Kreide, wie zu Tournedos und Elbeuf bei Rouen, deren Gestalt offenbar von der Kraft der Wellen herrührt (s. Fig. 168 bis 170). Verschiedene kleine Säulen bei Elbeuf zeigen parallele und horizontale Vertiefungen, die an denselben in verschiedenen Höhen hervorgebracht worden sind (siehe Fig. 170). Sie gleichen den Kalksteinpfeilern, die auf den Minganinseln im Golf des St. Lorenz vorkommen. Wir haben Beweise, dass diese Küste zu verschiedenen Perioden emporgehoben worden ist, so dass parallele Reihen des Meeresufers mit neuen Muscheln, eine Terrasse über der andern, trocken gelegt wurden. In den dem Strand entsprechenden Höhen behalten die isolirten Massen von Kalkgestein die von den Wellen ausgewaschenen Zeichen zurück. Diese Zeichen deuten Pausen bei der Hebung an, während welchen das Meer eine bedeutende Zeit hatte, um das Gestein auszuwaschen und um in demselben Niveau einen Strand aufzuwerfen.

Unter den Kreideklippen des südlichen Englands sind die Nadeln auf der Insel Wight und der alte Harryfels an der Küste von Dorsetshire besonders bemerkenswerth. In der Normandie finden sich aber auch ausser dem be-

Digitized by Google

schriebenen im Lande liegenden Säulen noch andere neuerlich gebildete an der Meeresküste, von denen Fig. 171 ein sehr schönes zu Etretat vorkommendes Beispiel darbietet.

Auch der Quadersandstein zeigt merkwürdige malerische Felspartien, z. B. an der Teufelsmauer und am Regenstein bei Blankenburg am Harz, in der sogenannten sächsischen Schweiz, in der Grafschaft Glatz in Schlesien etc.

Untersuchen wir nun, zu welcher Periode die Hebung und die Entblössung der Kreidegesteine statt fand, so werden wir finden, dass dies grösstentheils nach dem Niederschlage verschiedener tertiärer Meeresbildungen erfolgte, so dass sowohl die Kreide- als auch die tertiären Lager gehoben wurden. Die grösste in England von der Kreide erreichte Höhe, ist der Gipfel von Inkpen Beakon in Berkshire, der 1011 Fuss über dem Meere liegt; in den Alpen und Pyrenäen aber findet man Meeresniederschläge von demselben Alter in 8000 Fuss Höhe. Diese mögen zum Theil schon während der Kreideperiode gehoben worden seyn, gerade so wie die Korallenriffe in einigen Gegenden des Stillen Meeres an einer Stelle wachsen, während andere Theile derselben durch unterirdische Kräfte gehoben und in Land verwandelt werden.

Verschiedenheit zwischen der Kreide im nördlichen und südlichen Europa. — Mit Hilfe der drei Beweise des relativen Alters, nämlich der Auflagerung, des Mineralcharakters und der Versteinerungen, ist man im Stande, zu der Kreideperiode gewisse Felsarten, sowohl im Norden, als auch im Süden von Europa zu rechnen, die sowohl in ihren Versteinerungen, als auch in der mineralogischen

Digitized by Google

Zusammensetzung und in der Struktur sehr weit von einander abweichen.

Versuchen wir es, die Kreideniederschläge von England und Frankreich bis zu den Gegenden an den Gestaden des Mittelmeeres zu verfolgen, so bemerken wir zuvörderst, dass die Kreide und der Grünsand in der Nachbarschaft von London und Paris eine grosse zusammenhängende Masse ausmachen, bei welcher der Kanal eine bedeutende Unterbrechung oder ein blosses Thal mit Kreideeinhängen zu beiden Seiten bildet. Wir beobachten ferner, dass die Paris umgebende Hauptmasse der Kreide sich von Tours bis in die Nähe von Poitiers erstreckt, wie das Kärtchen Fig. 172 zeigt, auf welchem die schraffirten Theile die Kreideformation bezeichnen.

Zwischen Poitiers und La Rochelle trennt der auf dem Kärtchen mit A bezeichnete Raum zwei Kreidegegenden. Diesen Raum nehmen Oolit und andere Formationen ein, die älter als die Kreide sind und bildete wahrscheinlich eine Insel in dem Kreidemeere. Südlich davon finden wir eine Formation, die wir durch ihren Mineralcharakter sogleich als Kreide erkennen, obwohl das Gestein an einigen Stellen oolitisch wird. Auch die Versteinerungen sind im Allgemeinen sehr ähnlich, obgleich nun einige neue Formen in Menge zu erscheinen anfangen, die weiter nördlich selten oder ganz unbekannt sind. Dahin gehören Hippuriten, Sphäruliten und andere Glieder von jener grossen, von Lamark *Rudistes* genannten Molluskenfamilie, von welcher in der lebenden Schöpfung nichts Analoges aufgefunden ist. Obgleich in England sehr ungewöhnlich, so ist doch eine Species dieser

Digitized by Google

Familie, *Hippurites Mortoni*, in der Kreide zu Maidstone in Kent gefunden worden, wovon die Figg. 173 bis 176 genaue Abbildungen geben.

Allein diese in England und in dem nördlichen Frankreich so gering repräsentirte Familie wird im südlichen Frankreich, in Spanien, Griechenland und andern Gegenden am Mittelmeere gänzlich charakteristisch für die Gesteine der Kreideperiode. In den Figg. 177 bis 179 sind zwei Hippuriten und ein Sphärulit abgebildet.

Zwischen der letzterwähnten Kreidegegend, in welcher Périgeux liegt und den Pyrenäen tritt der Raum B auf 172.

Hier bedecken oder verbergen grösstentheils die tertiären Schichten die Kreide, ausgenommen an einigen Punkten, wo sie durch Entblössung der neuern Formationen an den Tag gekommen ist. Dort behält sie noch die Form einer weichen kreidigen Felsart bei, die zum Theil mit Grünsandkörnern erfüllt ist. Selbst bei Tercis, in der Nähe von Dax, am Adour, wo ich sie untersuchte, zeigt sie noch denselben Charakter und man fand dort *Ananchytes ovata* (Fig. 138) und andere Versteinerungen der englischen Kreide nebst Hippuriten. Gelangen wir aber nach Bayonne und in die Pyrenäen, so findet man die Kreideformation, obgleich sie noch immer einige von denselben mineralogischen Eigenthümlichkeiten beibehält, sehr verändert. Ihre kalkige Abtheilung besteht grösstentheils aus dichtem krystallinischen Marmor, oft voll von Nummuliten (Fig. 180) und diejenigen Theile, welche den Grünsand zu repräsentiren scheinen, bestehen aus Schieferthon, Sandstein und glimmerigem Sandstein, mit Abdrücken von Meerespflanzen, Braun- und Steinkohlen. Auch der-

Digitized by Google

selben Gruppen angehörige Lager von rothem Sandstein und Konglomerat finden sich. Die Felsarten steigen nach und nach in die höchsten Theile der Pyrenäen an und erstrecken sich nach Spanien hinüber, woselbst das Kreidesystem einen Charakter annimmt, welcher dem im nördlichen Europa noch unähnlicher ist.

Hier, so wie an der Nordseite der Pyrenäen, sind die deutlichsten Versteinerungen, Hippuriten, Sphäruliten und Nummuliten. Die letzterwähnten, von denen Fig. 180 eine deutliche Abbildung gibt, haben ihren Namen von ihrer Aehnlichkeit mit Münzen und gehören einem Molluskengeschlecht an, welches in den tertiären Schichten des nördlichen Europa sehr häufig, in der Kreide aber nur im südlichen vorgekommen ist.

Es finden sich so manche Muschelspecies und Geschlechter, welche jetzt in unsern nördlichen Meeren fehlen, häufig in dem mittelländischen Meere, dass wir nicht überrascht zu seyn brauchen, ähnliche Modifikationen in den organischen Formen zu finden, wenn wir die Niederschläge aus dem alten Kreidemeer von Norden nach Süden verfolgen.

Die Kreidefelsarten in den Alpen, in Italien, Griechenland und Kleinasien sind ebenfalls von dem Typus dieser Formation im Norden von Europa verschieden; dennoch kann ihr Alter in den meisten dieser Gegenden sehr deutlich bestimmt werden, theils indem man sie auf die oben angegebene Weise vom Norden her verfolgt, theils weil sie unter den tertiären und über den Oolitschichten liegen.

Auf Morea besteht das Kreidesystem aus dichtem und lithographischen Kalkstein von gros-

Digitized by Google

ser Mächtigkeit, ferner aus körnigem Kalkstein mit Jaspis und in einigen Gegenden, wie in Messenien, gehört ein Konglomerat mit kieseligem Bindemittel und von mehr als 1600 Fuss Mächtigkeit zu derselben Gruppe.

Der bedeutende Rang, den der Hippuriten- und Nummulitenkalkstein einnimmt, beweisst, dass in der Kreideperiode der Süden von Europa von einem ungeheuren Meer eingenommen wurde, welcher sich von dem atlantischen Ocean bis nach Asien ausdehnte und den südlichsten Theil von Frankreich nebst Spanien, Sicilien, einen Theil Italiens und der östreichschen Alpen, Dalmatien, Albanien, einen Theil von Syrien, die Inseln des ägeischen Meeres, die Küsten von Thracien u. s. w. umfasste.

Jemehr wir den Kreis unserer Untersuchungen ausdehnen, um so mehr werden wir auch in den Schichten einer Periode die mineralogischen Gegenstücke der Felsarten finden, die in einer Gegend successive Perioden charakterisiren. So sind die Sandsteine und der Schieferthon mit Steinkohlen in den Pyrenäen von geschickten Bergleuten als zur alten Kohlenformation Englands und Frankreichs gehörig verkannt worden.. Eben so sah man den rothen Kreidemergel mit Salz im nördlichen Spanien für unsern bunten Sandstein an und der lithographische Kalkstein auf Morea wurde mit dem Oolit zu Solenhofen in Baiern verwechselt.

Der Anfänger möchte daher in Folge dieser Thatsachen, die Bezeichnung Kreideformation für die Gesteine der südlichen Gegenden, in denen keine Kreide vorkommt, unzweckmässig finden. Jedoch ist der Name Grünsand ebenfalls nicht zu einer allgemeinen Bezeichnung für

Digitized by Google

diese Gruppe geeignet, so wenig anwendbar, wie Hippuriten- und Nummulitenkalkstein, der sehr passend für die das mittelländische Meer umschliessenden Länder ist, für die Kreide der nördlichen Länder seyn würde. Mit der Erweiterung der Grenzen unserer Kenntnisse würde fast kein Name von solchen Einwürfen ausgeschlossen bleiben und wir müssen uns daher begnügen, manche alte Namen als einfachen Ausdruck für den mineralischen oder paläontologischen Charakter der Felsarten in der Gegend, wo sie zuerst studirt wurden, beizubehalten.

Sechszehntes Kapitel.

Wealdgruppe.

Unter den Kreidefelsarten im südöstlichen England kommt eine Süsswasserbildung, die Weald- oder Wälderformation genannt, vor, die, obgleich sie im Verhältnisse zu der Kreide nur einen geringen Raum einnimmt, dennoch ein grosses Interesse hat, da sie zwischen zwei Meeresformationen eingelagert ist. Sie besteht aus drei kleinern Gruppen, deren vereinigte Mächtigkeit an einigen Punkten nicht weniger als 800 Fuss betragen kann. Diese Unterabtheilungen sind:

1. (1b Fig. 181) Wealdthon, zuweilen dünne Schichten von Sand und Muschelkalk umschliessend, 140 bis 280 Fuss mächtig.

Digitized by Google

2. Hastingssand, in welchem wenig Thon und kalkiger Sandstein vorkommt, 400 bis 500 Fuss mächtig.
3. Purbeckschichten, aus verschiedenen Arten von Kalkstein und Mergel bestehend, ohngefähr 250 Fuss.

Allen diesen Schichten wurde der gemeinschaftliche Name der Weald- oder Wälder-gruppe gegeben, weil sie in dem Weald (Wald) genannten Theile von Kent, Surrey und Sussex am besten studirt werden können.

Wir zeigten, dass die Versteinerungen der Kreide und des Grünsandes (a Fig. 181), welche auf dem Weald (b) ruhen, sämmtlich Meeresgeschöpfen angehören und aus sehr zahlreichen Species bestehen, und dieselbe Bemerkung lässt sich auf den Portlandstein und andere Glieder der Oolitreihe (c) machen, die unmittelbar darunter liegen. Im Weald aber finden sich zwar viel Versteinerungen, allein die Anzahl der verschiedenen Species ist verhältnissmässig gering und bei weitem der grösste Theil derselben zeigt, dass sie in einem Süsswasersee oder in einer Meeresbucht, in welche sich ein Fluss ergoss, niedergeschlagen wurden.

Versteinerungen der Wealdformation. — Die in dieser Formation vorkommenden Muscheln gehören fast ausschliesslich Fluss- oder Sumpfgeschlechtern an, wie *Melanopsis, Paludina, Neritina, Cyclas, Unio* und andere. Die Individuen sind oft in solcher Menge vorhanden, dass die Oberfläche einer jeden dünnen Mergel- oder Thonschicht mit den Schalen von Cyclas bedeckt ist und ganze Kalksteinlager fast gänzlich aus *Paludinae* bestehen. Mit diesen Süsswassermuscheln kommen einige vor,

Digitized by Google

welche das gelegentliche Daseyn von Salzwasser beweisen, wie z. B. eine Species von *Bulla* nebst einer Auster und der *Exogyra*, einem Geschlechte von Bivalven, mit einfachem Muskeleindruck, welches mit der Auster verbunden ist (Fig. 182). Die von dem Vorhandenseyn einer *Corbula* (Fig. 183) und einem *Mytilus* gemachte Folgerung ist weit zweifelhafter; denn obgleich diese Geschlechter meistentheils dem Meere angehören, so findet sich doch auch ein lebender *Mytilus* in der Donau und eine *Corbula*-Species, ob wohl so gut in dem La Platastrom in Südamerika, wie in dem benachbarten Meer lebend, während eine andere im caspischen Meere und auch in den Flüssen Don und Wolga vorkommt. Nehmen wir aber auch an, dass alle diese Muscheln Meeresbewohner seyen, so widerlegen sie doch nicht die possitiven und negativen Beweise, welche uns die Versteinerungen von der Süsswasserbildung der Wealdgruppe geben. In keinem Theile dieser Niederschläge finden wir Ammoniten, Belemniten, Terebrateln, Korallen, Seeigel oder andere Testaceen und Zoophyten, die für die aufliegende Kreide und den unterliegenden Oolit so charakteristisch sind.

Schalen von der Cypris, einem den Crustaceen verwandten Thiere, welches, wie wir schon im 3. Kapitel bemerkten, sehr häufig in Seen und Sümpfen lebt und von denen in Figur 184 bis 186 einige Species abgebildet worden sind, kommen in den Wealdthonen so häufig vor, dass sie wie Glimmerblättchen eine dünne Schieferung hervorbringen (Fig. 187). Aehnlicher Cyprismergel wird auch in den tertiären

Sumpfbildungen der Auvergne und in neuen Niederschlägen von Muschelmergel gefunden.

Die Fische der Wealdformation gehören zum Theil den Geschlechtern *Pycnotus* und *Hypodus* an, Formen, die dem Weald und dem Oolit gemeinschaftlich sind (siehe Fig. 225); allein die Zähne und Schuppen von der Species *Lepidotus* sind weiter verbreitet (siehe Fig. 188). Die allgemeine Form dieser Fische war die der Karpfenstämme; allein im anatomischen Charakter waren sie vollkommen verschieden und dem Hecht ähnlicher. Der ganze Körper war mit grossen rhomboidalen und sehr starken Schuppen bedeckt, deren äussere Seite einen Schmelzüberzug hatte. Von den meisten Species dieses Geschlechts nimmt man an, dass sie entweder Flüsse oder Küstengegenden im Meere bewohnten, da sie nicht hinlängliche Schwimmkraft besassen, um in das tiefe Meer vorzugehen.

Unter den Resten von Rückenwirbelthieren sind die von Reptilien die merkwürdigsten. Einige derselben gehören Schildkröten an, wie *Trionyx* und *Emys*, Geschlechter, die jetzt in Tropenländern im süssen Wasser leben. Von Sauriern kommen wenigstens fünf Geschlechter vor: Krokodil, Plesiosaur, Megalosaur, Iguanodon und Hyläosaur. Das Iguanodon war ein grasfressendes Reptil und Cuvier sah es als ausserordentlicher an, als irgend ein anderes bekanntes; denn obgleich die Zähne denen des neuen Iguanas, die in den tropischen Wäldern Amerikas und Westindiens in Menge leben, sehr ähnlich sind, so zeigen sich doch auch manche auffallende und wichtige Verschiedenheiten (s. Fig. 190). Es scheint, dass sie durch Kauen abgerieben worden sind, wogegen die existiren-

Digitized by Google

den grasfressenden Reptilien die Pflanzen, welche ihnen zur Nahrung dienen, abbeissen und abnagen, sie aber nicht kauen. Wenn ihre Zähne abgerieben sind, so haben sie das Ansehn, als wenn sie abgeschabt worden wären und haben nie, wie die Zähne des Iguanodon, eine flache Oberfläche (siehe Fig. 189), welche den Backenzähnen grasfressender Säugethiere gleicht. Aus der Grösse der mit diesen Zähnen in bedeutender Menge vorkommenden Knochen, die offenbar demselben Thier angehören, hat man berechnet, dass die ganze Länge dieses Reptils nicht weniger als 70 Fuss betragen haben könne.

Auch Knochen von Vögeln aus der Ordnung *Grallae*, oder Sumpfvögel, sind in dem Weald gefunden worden und scheinen die ältesten, wohl bestimmten Beispiele von Versteinerungen dieser Klasse, wenigstens für England, zu seyn. Von vierfüssigen Säugethieren sind jedoch bis jetzt noch keine Reste vorgekommen.

Die zahlreichen Pflanzenreste zeigen manche Charaktere einer tropischen Flora, manche sind mit den lebenden Geschlechtern *Cycas* und *Zamia* (Fig. 195), andere mit grossen Equiseten verwandt. Ausserdem finden sich zu den Araucarien und andern Geschlechtern wärmerer Klimate gehörige *Coniferae* (Fig. 191) und zahlreiche Farren (Fig. 192).

Uebergang des Wealden in die Kreide. — Es ist bereits bemerkt, dass die Kreide und der Grünsand eine Gesammtmächtigkeit von 1000 oder zuweilen von 1500 Fuss haben. Es ist daher eine wunderbare Thatsache, dass wir nach dem Durchsinken dieser Felsarten zu einer darunter liegenden Süsswasser-Formation

Digitized by Google

von 800 bis 1000 Fuss Mächtigkeit gelangen. Die Folge der Uebereinanderlagerung ist deutlich; denn in verschiedenen Theilen von Surrey, Kent und Sussex beobachten wir einen Uebergang des Wealdthons in die Kreide und wenn wir uns von Sussex westwärts in das Wardourthal wenden, so bemerken wir wiederum dieselbe Formation in derselben relativen Lage und auf dem Oolit ruhend (siehe Fig. 193). Oder wenn wir von dem Abhange der südlichen Hügelreihe in Sussex zu der Insel Wight übergehen, so erscheint dieselbe Reihe wieder unter dem Grünsand und wir dürfen nicht zweifeln, dass die Lager unter der Oberfläche verlängert werden, wie die punktirten Linien in Fig. 194 angeben.

Es ist schon behauptet worden, dass während des Niederschlags des Grünsands ein stufenweises Sinken des Landes unter das Wasser statt fand, wodurch das weite offene Kreidemeer entstand. Allein die Lagerungsverhältnisse der Wealdformation nöthigen uns noch mehr zu einer solchen Folgerung; hauptsächlich sprechen aber dafür die Erscheinungen an der Grenze der Weald- und der Oolitformation, auf welcher jene ruht. Die Schichten des aufliegenden untern Grünsandes ruhen im südöstlichen England gleichförmig auf denen des untenliegenden Wealdthons. Es findet sich kein Zeichen einer Störung. Allem Anschein nach ist der Wechsel von dem Absatz der Süsswasserreste bis zu dem der Meermuscheln blos durch eine ruhige Senkung des Landes zu einer grössern Tiefe unter der Oberfläche des Wassers bewirkt worden.

Portlandschlammlage und Beweise der Senkung. — Wenn wir aber die Grenze

der Purbeckschichten, oder der untern Abtheilung der Wealdformation mit dem Portlandstein, oder dem obern Gliede des Oolits untersuchen, so beobachten wir einige bemerkenswerthe Erscheinungen. Zwischen der Meeres- und der Süsswasserformation liegt auf der Insel Portland eine Lage von einer dunklen Materie, welche die Steinbrecher „Schlamm (*Dirt*)“ oder „schwarzer Schlamm“ nennen und die offenbar alte Dammerde gewesen ist. Diese Lage ist 12 bis 18 Zoll stark, von dunkelbrauner oder schwarzer Farbe und enthält sehr viel erdige Braunkohle. In der ganzen Lage sind sehr viel abgerundete Geschiebe von 3 bis 9 Zoll Durchmesser verbreitet und ausserdem finden sich auch viele in Kieselsubstanz verwandelte Stämme von Coniferen und Pflanzenreste, die *Zamia* und *Cycas* verwandt sind, in der Schlammlage begraben. Fig. 195 zeigt die Abbildung einer lebenden *Zamia*.

Die Pflanzen mussten an den Stellen, an denen sie wuchsen, versteinern. Die Baumstumpfe stehen aufrecht, sind 1 bis 3 und in einem Falle selbst 6 Fuss hoch, ihre Wurzeln sind von dem Boden umgeben und sie stehen so weit von einander, als es in einem jetzigen Walde der Fall ist. Die kohlige Materie ist unmittelbar um den Stumpfen, so wie auch rings um den fossilen Resten von Cycadeen am häufigsten.

Ausser den erwähnten senkrechten Stumpfen enthält die Schlammlage auch liegende verkieselte Baumstämme. Dieselben sind zum Theil in die schwarze Erde eingesunken und zum Theil von einem kalkigkieseligen Schiefer, welcher die Schlammlage bedeckt, umschlossen. Diese Bruchstücke der liegenden Stämme sind selten mehr

Digitized by Google

als 3 oder 4 Fuss lang; durch Vereinigung mehrerer derselben hat man aber Stämme hergestellt, die von den Wurzeln bis zu den Zweigen 20 bis 23 Fuss lang und ungefähr 1 Fuss stark waren. Wurzelförmige Vertiefungen gehen von der untern Seite der Schlammlage in den darunter liegenden Portlandstein über, so dass die oberste Schicht des jetzt festen Portlandkalksteins weich und durchdringlich war, als die Bäume wuchsen.

Die dünnen (Süsswasser-) Kalkschieferschichten a, Fig. 196 wurden offenbar ruhig und wegen des Hervorstehens der Baumstumpfe, um deren obern Theil sie halbkreisförmige Concretionen bilden, mussten sie auch horizontal abgesetzt werden; b (Fig. 196 und 197) ist die Schlammlage und c der im Meer gebildete Portlandstein.

Jedoch ist die Schlammlage durchaus nicht auf die Insel Portland beschränkt, sondern findet sich in denselben relativen Lagerungsverhältnissen an einem Felsengestade bei Lulwoth Cove in Dorsetshire, wo, weil die Schichten gestört wurden und jetzt unter einem Winkel von 45° abfallen, die Baumstumpfe auch unter demselben Winkel, jedoch in entgegengesetzter Richtung, geneigt sind — eine schöne Erläuterung der veränderten Lage ursprünglich horizontaler Schichten (siehe Fig. 197). Spuren der Schlammlage wurden auch etwa eine Stunde nördlich von Thann in Oxfordshire und an der französischen Küste des sogenannten Boulonnois wahrgenommen. Jedoch hat, wie sich erwarten lässt, diese Süsswasserbildung im Verhältniss zu den meisten Meeresformationen eine beschränkte Ausdehnung.

Digitized by Google

Aus den obigen Thatsachen mögen wir zuvörderst folgern, dass die sehr viele Meeresmuscheln enthaltenden obern Oolitschichten auf einem jetzt von dem südlichen England eingenommenen Raum, trocknes Land und von einem Walde bedeckt wurden, indem das Klima von der Art war, dass *Zamia* und *Cycas* wuchsen. Darauf sank dieses Land und wurde nebst seinem Walde von einer Süsswassermasse bedeckt, aus welchem Niederschläge, welche Flussmuscheln umschlossen, erfolgten. Drittens zeigt die regelmässige und gleichförmige Erhaltung dieser dünnen Lage von schwarzer Erde über einen bedeutenden Raum, dass die Umwandlung von dem trocknen Land in einen Süsswassersee, oder in eine Bucht, von keiner heftigen Entblössung, oder Wasserfluth begleitet war, weil die lose schwarze Erde sammt den auf ihrer Oberfläche liegenden Bäumen durchaus weggeschwemmt worden seyn würde, wenn irgend eine so heftige Katastrophe statt gefunden hätte.

Die Schlammlage wurde oben in ihrer einfachsten Form beschrieben, allein in einigen Durchschnitten zeigten sich weit verwickeltere Verhältnisse. Die Bäume der Schlammlage waren nicht überall die erste Vegetation, welche in dieser Gegend wuchs, sondern es wurden darunter zwei andere Lager von kohlehaltigem Thon mit aufrechtstehenden Cycadeen gefunden, welche andere Schwankungen in dem Niveau desselben Bodens und seine wiederholt abwechselnde Stellung unter und über dem Wasser voraussetzten. Zuvörderst musste es ein Meer geben, in welchem die Korallen und Muscheln des Oolits wuchsen; darauf Land, welches Dammerde mit Cycadeen enthielt; dann ein

See, oder eine Bucht, in welchen Süsswasserschichten niedergeschlagen wurden; dann wieder Land, auf welchem andere Cycadeen und ein Wald von Dicotyledonenbäumen wuchsen; darauf ein zweites Sinken unter süsses Wasser, wobei die Wealdschichten nach und nach gebildet wurden, und endlich in der Kreideperiode eine Rückkehr des Oceans über denselben Raum.

Die Vorstellung von solch' einer Reihe von Ereignissen wird Jedem ungereimt und phantastisch erscheinen, der nicht weiss, dass ein ähnlicher Wechsel in dem gewöhnlichen Verlauf der Natur vorkommt und dass grosse Oberflächen in der Nähe des Meeres jetzt trocken gelegt und dann unter Wasser gesetzt werden, nachdem sie Jahre lang mit Häusern und Bäumen bedeckt waren.

Bei einigen dieser neuern Revolutionen, wie z. B. die auf dem Indusdelta in Cutch beobachtete, wurde das Wasser permanent unter das Fluss- und Meereswasser gesetzt, ohne dass der Boden und seine Gesträuche weggewaschen worden wären. Jedoch ist eine solche Erhaltung des alten Bodens eine seltene Ausnahme von der allgemeinen Regel, denn wenn das Land plötzlich zu einer grossen Tiefe niedersank, oder wenn seine Gestalt einen freien Eingriff des Meeres gestattete, so musste die Dammerde mit ihrer Vegetation durch entblössende Wellen und Strömungen zerstört werden.

Ungeachtet dieser ungeheuren Mächtigkeit der Wealdformation, die an einigen Punkten wohl 1000 Fuss übersteigt, haben wir doch Grund zu der Annahme, dass das Ganze ein Niederschlag in einem Wasser von mässiger und oft sehr geringer Tiefe war. Es mag dies an-

Digitized by Google

fänglich widersprechend erscheinen, allein es musste die natürliche Folge eines stufenweisen und stetigen Sinkens von dem Boden einer Bucht seyn, in welche ein grosser Strom seine trüben Gewässer ergoss. Bei jedem Fuss Senkung musste die Grundgebirgsart, hier der Portlandoolit, einen Fuss tiefer unter den Meeresspiegel hinabgedrückt werden; allein die Bucht wurde dadurch doch nicht tiefer, indem neue Schlamm- und Sandschichten den Boden um einen Fuss erhöheten. Im Gegentheil wurde solcher Sand und Schlamm bei niedrigem Wasserstande häufig trocken gelegt, oder eine Jahreszeit hindurch mit einer Sumpfvegetation versehen. In verschiedenen Höhen im Hastingssande mitten in der Wealdformation finden wir wiederholt Kalksteinplatten mit starken welligen Erhabenheiten und zwischen diesen Platten viele Fuss mächtige Thonlager. An einigen Punkten, wie zu Stammerham bei Horsham, finden sich Zeichen, dass dieser Thon vor dem Absatz der nächsten Schicht auf demselben trocknen und aufreissen konnte. Diese offenen Risse in dem Thon dienten hier als Formen, von denen erhabene Abdrücke an der untern Seite des darauf abgesetzten Sandsteins erfolgten, die auf Fig. 198 dargestellt worden sind.

In der Nähe dieses Punktes kommt ein röthlicher Sandstein vor, in welchem man unzählige Spuren von fossilen Pflanzen, dem Anschein nach *Sphenopteris* findet, deren Stämme und Zweige von der Beschaffenheit sind, als wenn die Pflanzen an der Stelle, wo sie ursprünglich wuchsen, aufrecht standen und der Sand sich langsam darauf und darum abgesetzt hätte. Aehnliche Erscheinungen sind auch an andern Punk-

ten in dieser Formation wahrgenommen worden. Zu Cuckfield findet sich auch in derselben Abtheilung des Weald ein Konglomeratlager, welches aus Quarz- und Jaspisgeschieben und abgeriebenen Reptilienknochen besteht. Letztere mussten durch eine Strömung herbeigeführt worden seyn und wahrscheinlich in einem Wasser von geringer Tiefe.

Das zufällige Vorkommen von Austern in dem Purbeckkalkstein, in dem Hastingssand und Wealdthon beweist, dass das Meerwasser zuweilen Zutritt zu der Bucht fand, entweder in Folge einer Senkung, oder in Jahreszeiten, wenn die Süsswassermasse geringer war.

Geographische Verbreitung. — Die Wealdschichten sind ungefähr 200 englische (44 deutsche) Meilen von W. nach O., von Lulworth Cove bis in die Nähe von Boulogne in Frankreich und ungefähr 220 englische (50 deutsche) Meilen von NW. nach SO., von Whitchurch in Buckinghamshire bis nach Beauvais in Frankreich verfolgt worden. Wenn auch, was jedoch noch zweifelhaft ist, die Formation über dem ganzen Raum zusammenhängt, so folgt doch nicht, dass das Ganze gleichzeitig war, da allem Anschein nach die physikalische Geographie der Gegend häufige Veränderungen in dieser ganzen Periode erlitt und die Buchten ihre Gestalt und selbst ihre Lage verändert haben mögen. Jedoch haben einige neuere Deltas eine ungeheure Grösse, wie z. B. der des neuerlich aufgefundenen Quorra oder Niger in Afrika, der sich mehr als 170 englische (37 deutsche) Meilen in das Land hinein zieht und an der Küste mehr als 300 englische (65 deutsche) Meilen

Digitized by Google

lang ist, demnach eine Oberfläche einnimmt, die halb so gross ist, als England.

Das Vorkommen der Wealdformation in der Nähe von Beauvais in Frankreich, in dem sogenannten Lande von Bray, ist auf dem Durchschnitt Fig. 143 angegeben und gleicht dem englischen Weald. Der Grünsand geht dort unter der Kreide zu Tage aus und unter jenem erscheinen die Süsswasserschichten. Ein Glied dieser Reihe, ein feiner weisslicher Sand, enthält Farrenabdrücke, die dem in dem Weald häufigen *Lonchopteris Mantelli* angehören. Dieser Sand ist zweien Meeresschichten eingelagert, welche die französischen Geologen zu dem untern Grünsande rechnen. In derselben Gegend findet sich mit jener Formation ein dem Purbeckmarmor ähnlicher Kalkstein mit einer *Paludina*, die specifisch gleich mit der im Purbeck zu seyn scheint. — Ausserdem scheint noch zu der Wealdformation zu gehören: eine ausgedehnte Eisensteinsbildung (Bohnerz) im Departement der obern Saone, im Kanton Basel, an den westlichen Vorbergen des Schwarzwaldes und in Polen von Dzialoszyn bis Krakau. Auch die in dem nächsten Kapitel erwähnte Formation, welche am Osterwalde, Deister, Süfel etc., in den Wesergegenden Steinkohlen führt, wird von einigen Geologen hierher gerechnet.

Fragen wir, wo das Festland liegen musste, von dessen Trümmern die Wealdschichten entlehnt wurden und durch dessen Entwässerung ein grosser Fluss gespeist wurde, so gerathen wir in Versuchung, auf das frühere Daseyn der Atlantis des Plato zu spekuliren. Die Sage von dem Untergang eines alten Festlandes mag in geologischer Hinsicht eine wahre Begebenheit

Digitized by Google

seyn, wie fabelhaft sie dem Geschichtsforscher auch klingen mag. Sein Verschwinden mag stufenweis erfolgt seyn und wir brauchen nicht anzunehmen, dass das Verhältniss des Sinkens zu der Zeit, als die Veränderung einer grossen Süsswassermasse durch das Kreidemeer statt fand, stärker war. Nehmen wir die mittlere Höhe des Landes, welches von dem sich in die Wealdbucht ergiessenden Strom entwässert wurde, nicht mehr als 800 oder 1000 Fuss an, so musste, mit Ausnahme der Berggipfel, alles bedeckt seyn, sobald der Oolit im Liegenden der Formation und die Schlammlage ungefähr 1000 Fuss unter das Niveau gesunken waren, welches sie einnahmen, als der oben erwähnte Wald grünte und wuchs. Gegen das Ende der Periode dieses Sinkens musste sowohl das Meer mehr eingreifen, als auch das Volum des Flusses schneller vermindert werden und zwar so, dass, wie wir leicht einsehen werden, der zuerst in das zunehmende Meer geführte Niederschlag demjenigen glich, welcher vorher von dem Fluss in der Bucht abgesetzt worden war. Wirklich verhalten sich die obern Schichten des Weald und die untern des untern Grünsandes nicht allein gleichförmig zu einander, sondern sie haben auch einen ähnlichen mineralischen Charakter.

Es ist eine bemerkenswerthe Thatsache, dass dasselbe *Iguanodon Mantelli*, welches eine so charakteristische Versteinerung der Wealdformation ist, neuerlich auch bei Maidstone in Kent, in dem aufgelagerten Meereskalkstein des untern Grünsandes gefunden worden ist. Daher dürfen wir folgern, dass einige von den die Gegend des grossen Flusses bewohnende Saurier noch fort-

Digitized by Google

lebten, als ein Theil von jener unter dem Meere begraben war. So dürfen wir auch ferner annehmen, dass die Knochen grosser Alligatoren jetzt häufig in neue Süsswasserschichten des Gangesdelta begraben werden. Wenn aber ein Theil jenes Delta niedersinken und vom Meere bedeckt werden würde, so würden sich Meeresbildungen in demselben Raum anzuhäufen beginnen, wo vorher Süsswasserschichten gebildet worden sind. Und dennoch würde der Ganges noch fortwährend seine trüben Gewässer in derselben Richtung ausströmen und die Skelete derselben Alligatorspecies dem Meere zuführen, in welchem Fall ihre Knochen sowohl in Meeres-, als in den unterliegenden Süsswasserschichten eingeschlossen werden würden.

Alter der Wealdformation. — Einige Geologen haben diese Schichten als ein Glied der Kreidegruppe klassificirt, während andere sie als näher mit den vorhergehenden Oolitgebilden verbunden angesehen haben. Die Entscheidung, welche Meinung den Vorzug verdiene, ist nicht leicht, weil die organischen Reste sowohl der Kreide, als auch der Oolitgruppe dem Meer angehören, während die der Wealdformation fast sämmtlich Süsswasserversteinerungen sind. Die Schalthiere und Pflanzen der letztern scheinen auch specifisch verschieden von denen jeder andern Formation zu seyn; wenn wir aber die Reptilien untersuchen, so scheint es, dass der *Megalosaurus Bucklandi* dem Oolit und Weald gemeinschaftlich ist, indem Zähne und Knochen dieser grossen Saurier sowohl in dem Stonesfieldkalkstein, als auch in dem Hastingssand vorkommen.

Digitized by Google

Auch finden sich einige **generische** Formen sowohl von Reptilien, als Fischen im Oolit und Weald gemeinschaftlich, die aber bis jetzt noch nicht in der Kreide wahrgenommen worden sind. So sind die Rückenwirbel von dem *Plesiosaurus* nicht auf den Oolit und Lias beschränkt, sondern haben sich auch im Weald gefunden; und *Lepidotus*, ein für den Weald sehr charakteristisches Fischgeschlecht, ist in der Kreidegruppe unbekannt, während es in der des Oolits häufig ist.

Auf der andern Seite haben wir bereits bemerkt, dass dieselbe Species von Iguanodon ganz entschieden dem Weald und dem Grünsand gemeinschaftlich sey.

In Schottland und in verschiedenen Theilen des Festlandes hat man Meeresschichten (von denen wir weiter oben einige erwähnten) gefunden, die man als gleichzeitig mit der Wealdgruppe und in Beziehung auf Versteinerungen und auf Lagerungsverhältnisse als ein Mittel- oder Uebergangsglied zwischen Kreide und Oolit ansieht. Sie mögen gleichzeitige anderer Flüsse gewesen seyn, welche von demselben alten Ocean strömten.

Nichtvorhandenseyn von Säugethieren. — Unter den zahlreichen Versteinerungen der Wealdformation hat man bis jetzt noch keine Säugethierreste gefunden; wogegen wir bei Untersuchung der neuerlich an den Mündungen des Quorra, Indus und Ganges gebildeten Niederschläge natürlich erwarten müssen, nicht allein Knochen von Vögeln, Amphibien und Landreptilien, sondern auch die von solchen warmblütigen Vierfüssern zu finden, wie an den Ufern der Flüsse, oder gleich dem Nilpferd, in ihrem

Digitized by Google

Wasser wohnen. Musste derselbe Wasserstrom, welcher in der Wealdperiode die Knochen von Eidechsen, Schildkröten und Fischen mit sich führte und abrieb, dem Delta nicht auch wenigstens einige Bruchstücke von Säugethierknochen zugeführt haben, wenn irgend Thiere der höchsten Klassen existirt hätten? Als allgemeine Regel können wir wirklich nicht viel Werth auf blosse negative Ueberzeugung legen und es muss wohl bemerkt werden, dass, obgleich sehr viele Zähne des Iguanodon gefunden worden sind, dennoch erst ganz kürzlich ein kleiner Theil von der Kinnlade eines dieser gigantischen Reptilien vorgekommen ist. Vielleicht werden ebenso einst einige Knochen oder Zähne von einem fossilen Vierfüsser gefunden. Endlich müssen wir bemerken, dass wir jetzt kein Beispiel eines Festlandes haben, welches mit einer üppigen Vegetation bedeckt ist, dessen Wälder von grossen Wasser- und Landsauriern, so wie auch von Vögeln bewohnt werden, dem alle warmblütigen Vierfüsser fehlten. Die nächste Aehnlichkeit von diesem Zustande zeigt Neu-Seeland, wie wir weiter unten im einundzwanzigsten Kapitel bei der Steinkohlenformation näher nachweisen werden.

Schliesslich müssen wir noch bemerken, dass vom Anfang der Wealdperiode bis über die der Kreide hinaus, wir Beweise von Senkungen und folglich von Verminderung des Landes haben. Nachdem aber die Kreide gebildet worden war, oder während der tertiären Periode, zeigt sich dagegen eine Zunahme des Landes in Europa. Jedoch dürfen wir diese allgemeinen Bemerkungen nicht auf die ganze Erdoberfläche ausdehnen; denn andere bedeutende Oberflächen moch-

Digitized by Google

ten während der Kreideperiode mehr und mehr an Land und während der tertiären mehr und mehr an Meer zunehmen, indem die Richtung der vorherrschenden unterirdischen Bewegung entgegengesetzt war.

Siebenzehntes Kapitel.

Oolit und Lias.

Oolit. — Unter der im vorhergehenden Kapitel beschriebenen Süsswassergruppe, oder wo diese fehlt, unmittelbar unter der Kreideformation, kommt in manchen Theilen von Europa eine grosse Reihe von Meeresschichten vor, gewöhnlich die Oolit- oder Juraformation genannt. Der erstere Name rührt daher, weil der Kalkstein derselben an vielen Orten eine oolitische Struktur hat, von der wir schon im zweiten Kapitel redeten, wogegen sich der zweite Name auf ein Hauptvorkommen dieser Felsart im schweizerischen und deutschen Jura bezieht. In England, wo diese Gesteine am ersten gehörig untersucht wurden, nehmen sie eine Zone ein, die im Durchschnitt 30 englische ($6\frac{1}{2}$ deutsche) Meilen breit ist und sich von Yorkshire im NO. bis Dorsetshire im SW. erstreckt. Ihr Mineralcharakter ist in diesem ganzen Raum nicht gleichförmig; im mittlern und im südöstlichen Theile von England hat man

Digitized by Google

die folgenden Abtheilungen der Formation beobachtet:

Oberer Oolit	a. Portlandstein und Sand. b. Kimmeridgethon.
Mittlerer Oolit	c. Koral rag. d. Oxfordthon.
Unterer Oolit	e. Kornbrash- und Forestmarmor. f. Grosser Oolit und Liegendes der Walkerde. g. Unterer Oolit.

Unter dem letztern folgt alsdann der Lias.

Das obere oolitische System der obigen Tabelle hat gewöhnlich den Kimmeridgethon zum untersten Glied und das mittlere den Oxfordthon. Das untere hat den Lias, eine thonigkalkige Formation, welche manche Geologen zu dem untern Oolit rechnen, von der wir aber im nächsten Kapitel besonders handeln, zum Liegenden. Manche von diesen Abtheilungen der Gruppe zeichnen sich durch besondere organische Reste aus und obgleich sie eine sehr verschiedene Mächtigkeit haben, so kann man sie doch nach gewissen Richtungen auf grossen Strecken verfolgen, besonders wenn wir den Theil von England, auf welchem sich der oben erwähnte Typus bezieht, mit dem nordwestlichen Frankreich und mit dem Juragebirge vergleichen, welches jenes Land von der Schweiz trennt und dessen Verlängerung in Schwaben und Franken auftritt. Obgleich dieser Jura an 400 geographische Meilen von dem im südöstlichen England entfernt liegt, so ist doch die Aehnlichkeit mit dem obigen englischen Typus deutlicher, als in Yorkshire und in der Normandie.

Digitized by Google

Wir können hier nur eine sehr gedrängte Beschreibung von dieser verwickelten Schichtenreihe geben, können nur die folgenden aus vielen ausgewählten Thatsachen in der Absicht mittheilen, um die Entstehung der Oolitgesteine zu erläutern und um den Zustand des organischen Lebens und der geographischen Beschaffenheit von einem Theile des Erdkörpers zur Zeit ihrer Bildung darzuthun.

In fast allen Unterabtheilungen der obigen Tabelle kommen Ammoniten und Belemniten vor (siehe Fig. 213, 215), jedoch von Species, die von denen der Kreideperiode verschieden sind. Die Grösse der Ammoniten ist sehr verschieden und wechselt von dem Durchmesser eines kleinen Wagenrades bis zu dem von kaum einen Zoll.

Nicht selten findet man Belemniten in verschiedenen Gliedern der Gruppe mit daranhängenden ausgewachsenen *Serpulae*. Da diese Muscheln, gleich den so oft an die Küste geworfenen Knochen des Dintenfisches, innere sind, so ist es klar, dass nach dem Tode des Cephalopoden der Belemnit einige Zeit unbedeckt am Meeresboden liegen blieb, so dass die *Serpulae* an demselben wachsen konnten.

Diese in dem offenen Meere schwimmenden Cephalopoden hinterliessen ihre Muscheln ohne Unterschied in jedem Niederschlage, der sich alsdann absetzte, mochte er kalkig oder thonig seyn. Die Korallen aber waren fast nur auf den Kalkstein beschränkt und fehlten in den dichtern Bildungen des zwischen jenen liegenden Thones und eben so auch in dem Lias, indem diese Zoophyten nicht allein kohlensauren Kalk zu ihrer Erhaltung und klares Wasser, sondern

Digitized by Google

auch einen sehr lange Zeit hindurch mittels Bewegung des Sandes oder durch Zuwachs neuer Niederschläge unveränderten Boden bedurften.

In dem obern Oolit Englands sind Korallen selten, obgleich zu Tisbury in Wiltshire eine Species, *Columnaria oblonga* sehr häufig in dem Portlandsande, in Feuer- und Hornstein verändert vorkommt, in dem die ursprüngliche Kalk- in Kieselsubstanz verwandelt worden ist. Einer von den Kalksteinen des mittlern Oolits ist „*Coral Rag*“ genannt worden, weil er zum Theil aus zusammenhängenden Lagern von versteinerten Korallen besteht, welche grösstentheils die Stellung beibehalten haben, in welcher sie am Meeresboden wuchsen. Sie gehören hauptsächlich zu den Geschlechtern *Caryophyllia* (Fig. 200), *Agaricia* und *Astrea* und bilden oft 15 F. mächtige Korallenmassen. Die korallinischen Schichten dehnen sich über die Kalkberge im Nordwesten von Berkshire und im Norden von Wiltshire aus und kommen auch in Yorkshire bei Scarborough wieder vor. Obgleich daher der Name *Coral Rag* ganz zweckmässig ist, so finden sich doch Theile der untern Abtheilung, z. B. der grosse und der untere Oolit (f, g der obigen Tabelle), die an manchen Punkten ebenfalls den Anspruch auf den Namen Korallenkalkstein machen können. So enthält der grosse Oolit bei Bath verschiedene Korallen, unter denen *Eunomia radiata* (Fig. 201) besonders deutlich ist und von den einzelnen Individuen Massen von mehrern Fuss Durchmesser bilden und die wahrscheinlich wie die jetzt existirende grosse *Maeandrina* der Tropen, viele Jahrhunderte bedurfte, ehe ihr Wachsthum vollendet war.

Digitized by Google

Verschiedene Species von *Crinoidea* oder Steinlilien kommen auch sehr gewöhnlich in denselben Gesteinen mit Korallen vor und müssen gleich diesen einen festen Boden gehabt haben, auf denen ihre Wurzel oder ihr Fuss Jahrhunderte lang ungestört blieb (c, Fig. 202). Solche Versteinerungen sind daher meistens auf Kalksteine beschränkt; nur zu Bradford bei Bath kommt eine Ausnahme vor, indem sie dort von Thon umgeben sind. In diesem Falle scheint aber die feste Oberfläche des „Grossen Oolits" eine Zeitlang einen dichten unterirdischen Wald von diesen schönen Zoophyten getragen zu haben, bis das klare und ruhige Wasser von einer vielen Schlamm enthaltenden Strömung verdrängt wurde, der die Steinlilien umwarf und die meisten ihrer Stämme in der Nähe des Fusses abbrach. Die Stumpfe haben ihre ursprüngliche Lage behalten; allein die zahlreichen Gliederungen, einst den Stamm, die Arme und den Körper der Zoophyten bildend, liegen in dem Thonniederschlage zerstreut. Diese Verhältnisse sind in b, Fig. 202 dargestellt, in welcher die dunklen Schichten den Bradfordthon, ein Glied des Forestmarmor, darstellen (e der Tabelle). Die Oberfläche des Kalksteins ist vollkommen mit einem zusammenhängenden Pflaster überzogen, welches aus den steinigen Wurzeln der *Crinoidea* besteht, und ausser diesem Beweise von der Länge der Zeit, welche sie auf der Stelle gelebt haben müssen, finden wir eine grosse Anzahl einzelner *Vertebrae* oder kreisrunder Platten von dem Stamm und Körper der Ecrimiten mit *Serpulae* bedeckt (c, Fig. 203). Nun konnten diese *Serpulae* erst nach dem Absterben mancher von diesen Steinlinien zu wachsen

Digitized by Google

angefangen haben, indem Theile von deren Skeleten über dem Meeresboden vor dem Einbruche des Thonschlammes zerstreut worden waren. In einigen Beispielen finden wir, dass, nachdem die parasitischen *Serpulae* ausgewachsen waren, sie mit einer Koralle, mit der sogenannten *Berenicea diluviana* überzogen wurden und auch, dass manche Generationen dieser Polypen in dem reinen Wasser auf einander folgten, ehe sie fossil wurden.

Wir müssen daher annehmen, dass so wie die *Pinus* und *Cycadaea* angehörigen Pflanzenreste des alten Portlandwaldes durch Ueberschwemmung süsser Gewässer abstarben und bald unter schwammigem Niederschlag begraben wurden, so ein Einbruch von thoniger Materie dem Wachsthume der Bradfordencriniten ein plötzliches Ende machte und ihre Erhaltung in Meeresschichten veranlasste.

Solche Unterschiede der Versteinerungen zur Unterscheidung der kalkigen und thonigen Ablagerungen von einander wird von Naturforschern als aus einer Verschiedenheit in den Stationen der Pflanzen zugeschrieben; allein ausserdem gibt es Verschiedenheiten in den Versteinerungen des obern, mittlern und untern Theils der Oolitformation, welche von dem grossen Gesetz der Veränderungen in dem organischen Leben herrühren, nach welchem bestimmte Vereinigungen von Species zu auf einander folgenden geologischen Perioden den sich verändernden Zuständen der bewohnbaren Oberfläche angepasst worden sind. In einem einzelnen Distrikt ist es schwer zu entscheiden, wie weit die Begrenzung der Species auf gewisse kleinere Formationen von dem lokalen Einflusse der Stationen herrührt, oder in wie fern es durch

Digitized by Google

die Zeit oder das oben erwähnte schaffende und zerstörende Gesetz geschehen ist. Allein wir erkennen die Wirklichkeit des letzterwähnten Einflusses, wenn wir die ganze Oolitreihe Englangs der in dem Jura, in den Alpen und andern entfernten Gegenden entgegenstellen, wo die lithologische Aehnlichkeit fast ganz wegfällt, dennoch aber einige von denselben Versteinerungen in jeder Gegend der obern, mittlern und untern Oolitreihe eigenthümlich bleiben. Herr Thurmann hat nachgewiesen, wie richtig dies in Beziehung auf den Berner Jura ist, obgleich die in England so deutlichen, thonigen Abtheilungen nur von geringer Mächtigkeit oder gar nicht vorkommen.

Unter den charakteristischen Versteinerungen des obern Oolits muss auch *Ostrea deltoidea* (Fig. 205), die im Kimmeridgethon durch ganz England und dem nördlichen Frankreich, so wie auch zu Brora in Schottland vorkommt, erwähnt werden. Die *Gryphaea virgula* (Figur 204) findet sich in demselben Thon bei Oxford und in dem obern Oolit einiger Theile von Frankreich so häufig, dass man die Lager „Gryphytenmergel“ genannt hat. Bei Clermont in Argonne, wenige Meilen von St. Menehould, gehen diese verhärteten Mergel unter dem Gault zu Tage aus und bei ihrer Zersetzug bleiben auf den gepflügten Feldern so viel fossile Austern zurück, als wenn sie darauf ausgestreut worden wären.

Eine Reihe von den Kalksteinschichten des Jura, von dem Alter des englischen Coral rag, ist Nerineenkalkstein *(Calcaire à Nérinées)* genannt worden. Die Nerineen sind nämlich ein erloschenes Geschlecht von einschaligen Mu-

scheln in der äussern Gestalt Cerithium gleichend und der oolitischen Periode eigenthümlich. Der beigefügte Durchschnitt (Fig. 207) zeigt die sonderbare Gestalt des hohlen Theils von jedem Umgang und auch die Durchbohrung, welche durch die Mitte der Spindel *(Columella)* geht. *N. Goodhalli* (Fig. 208) ist eine andere englische Species von demselben Geschlecht und von einer Formation, die einen Uebergang von dem Kimmeridgethon in den Coral rag bildet.

Eine Abtheilung der Oolitenformation in den Alpen, die von den meisten Geologen als gleichzeitig mit dem englischen Coral rag angesehen wird, heisst *Diceras*-Kalkstein *(Calcaire à Dicerates)*, da er sehr häufig eine zweischalige Muschel (siehe Fig. 209) von einem der Chame verwandten Geschlecht enthält. Noch eine dem Coral rag charakteristische Versteinerung ist *Cidaris coronata* (Fig. 210).

Unter den charakteristischen Muscheln des untern Oolits erwähnen wir: *Terebratula spinosa* (Fig. 211), *Pholadomya fidicula* (Fig. 212), *Belemnites hastatus* (Figur 213) und *Terebratula digona* (Figur 216).

Als Beispiele von Muscheln, die eine grosse senkrechte Verbreitung haben, führen wir die *Trigonia gibbosa* (Fig. 206) an, die sehr häufig in dem Portlandstein von Wiltshire und in dem untern Oolit von Yorkshire vorkommt. Auch *Ostrea Marshii* (Fig. 217) kommt sowohl in dem Cornbrash von Wiltshire, als auch in dem untern Oolit von Yorkshire vor, und endlich sind auch *Orbicula reflexa* (Figur 214) und *Ammonites striatulus* (Fi-

Digitized by Google

gur 215) dem untern Oolit und dem Lias gemeinschaftliche Versteinerungen.

Solche Thatsachen machen die allgemeine Regel, dass gewisse Versteinerungen gute chronologische Beweise von geologischen Perioden sind, durchaus nicht ungiltig; allein sie dienen nur dazu, uns gegen den Fehler zu sichern, eine zu grosse Wichtigkeit auf einzelne Species zu legen, von denen einige eine grössere, andere eine beschränktere senkrechte Verbreitung haben. Wir haben weiter oben gesehen, dass in einigen der tertiären Formationen gewisse Species, sowohl in den ältern als neuern Gruppen vorkommen und dennoch können diese Gruppen durch eine Vergleichung der Gesammtheit der einer jeden eigenthümlichen Vereinigung von fossilen Muscheln unterschieden werden.

Zeichen der Nähe von Land und Sandbänken. — Die oben angeführten Korallen und Muscheln, so wie die Fische, Crustaceen und andere dieselben begleitenden Versteinerungen beweisen hinlänglich die Meeresentstehung der oolitischen Schichten im Allgemeinen. Dennoch finden sich aber häufige Zeichen von seichtem Wasser und von benachbartem Land und diese sind um so mehr der Aufmerksamkeit werth, da sie sich durchaus nicht vermindern, indem wir zu den untern Theilen der Oolitreihe gelangen. Hätte der Meeresboden in Europa während der ganzen Oolitperiode gar keine Bewegung erlitten, so hätten die ältesten Oolitlager in dem tiefsten Wasser abgesetzt worden seyn müssen, der mittlere Theil der Gruppe in Wasser von geringerer Tiefe und der obere in dem seichten. Gegen diese Folgerungen streiten aber die gemachten Beobach-

Digitized by Google

tungen. Der Kimmeridgethon in dem obern Oolit besteht grösstentheils aus einem bituminösen Schiefer, der zuweilen eine mehrere hundert Fuss mächtige unreine Kohle bildet. An einigen Punkten von Wiltshire gleicht sie Torf und die bituminöse Materie mag wenigstens zum Theil von der Zersetzung von Pflanzen herrühren. Da aber Pflanzenabdrücke in diesem Schiefer selten sind, dagegen aber Ammoniten, Austern und andere Meeresmuscheln darin vorkommen, so mag das Bitumen vielleicht auch thierischer Entstehung seyn. Das Vorkommen von fossilem Holz in dem obern Oolit zeigt übrigens, dass es damals Länder gab, von welchen die Pflanzen in das Meer getrieben wurden.

Der berühmte lithographische Stein von Solenhofen in Baiern gehört zu einer der obersten Abtheilungen des Oolits und gibt ein merkwürdiges Beispiel von der Verschiedenheit der Versteinerungen, die unter günstigen Umständen erhalten seyn können und welche feinen Eindrücke der zartern Theile von Thieren und Pflanzen entstehen, wenn der Niederschlag sehr fein ist. Obgleich die Anzahl der Testaceen in diesem Schiefer gering und noch geringer die der Pflanzen ist, so hatte Graf Münster zu Baireuth im Jahr 1833 bereits 237 Species bestimmt und darunter nicht weniger als sieben Species von fliegenden Eidechsen oder Pterodactylen, sechs Saurier, drei Schildkröten, 60 Fischspecies, 46 von Crustaceen und 26 von Insekten. Diese Insekten, unter denen eine Libelle, müssen in das Meer getrieben worden seyn und zwar wahrscheinlich von demselben Lande, von welchem die fliegenden Eidechsen und andere gleichzeitige Reptilien herrührten.

Digitized by Google

In einem von den obern Gliedern des untern Oolits Englands kann man durch eine beträchtliche Mächtigkeit von dünnen schieferigen Lagen eines grobkörnigen Oolitenkalks deutliche wellige Erhabenheiten *(ripple-mark)* wahrnehmen. Die geriffelten Platten werden zum Dachdecken angewendet und finden sich in einem breiten Länderstreifen von Bradford in Wiltshire bis nach Tetbury in Gloucestershire. Die Kalksteinplatten oder Ziegelsteine sind durch dünne Thonlagen von einander getrennt, die auf denselben niedergeschlagen worden sind und ihre Form unter Beibehaltung der welligen Erhöhungen und Vertiefungen des Sandes dergestalt beibehalten haben, dass die Eindrücke kleiner Fusstapfen, den Anschein nach von Krabben, die sich über den weichen feuchten Sand bewegten, noch sichtbar sind. In demselben Gesteine finden sich die Scheeren von Krabben, Bruchstücke von Echiniten, zerbrochene Muscheln, Stücken von Treibholz und andere Zeichen von der Nachbarschaft eines Ufers.

Der Schiefer von Stonesfield liegt unter dem untern Oolit. Es ist ein oolitischer Muschelkalkstein, nur sechs Fuss mächtig, aber sehr reich an organischen Resten. Er enthält einige Geschiebe von einer ihm selbst sehr ähnlichen Felsart und auch fossile Reste von Belemniten, Trigonien und andern Meeresmuscheln. Ausser den Bruchstücken von Holz, die in allen Theilen der Oolitgruppe vorkommen, finden sich auch manche Abdrücke von Farren, Cycadeen und andern Landpflanzen; ferner auch verschiedene Insekten und unter den übrigen sind die Flügeldecken von Käfern sehr gut erhalten (Fig. 218), von denen sich einige dem Geschlechte *Bupres-*

Digitized by Google

tis nähern. In demselben Kalksteine sind auch die Reste mancher Reptiliengeschlechter, wie Plesiosaurus, Krokodil und Pterodactilus gefunden und was noch bemerkenswerther ist, die Kinnbacken von wenigstens zwei vierfüssigen, den Geschlechtern *Didelphis* oder *Opossum* angehörigen Säugethieren. Diese Versteinerungen sind bis jetzt das einzige bekannte Beispiel von Landsäugethieren in Felsarten, die älter als die der Eocenperiode.

Diese Ausnahme ist um so mehr der Bemerkung werth, weil bis jetzt in den secundären Schichten auch noch keine Cetaceen gefunden worden sind, obgleich gewisse Knochen aus dem grossen Oolit von Enstone bei Woodstock in Oxfordshire auf die mündliche Aussage von Cuvier dafür gehalten worden sind. Dr. Buckland, der dies in seiner Geologie (Uebersetzung von Agassiz — Neuchatel 1838 — I. S. 135) anführt und der im Besitz der Knochen ist, sandte eine Ulna an mich, um sie dem Ausspruch des gelehrten Anatomen Herrn Owen in London zu unterwerfen. Derselbe ist jedoch der Meinung, dass die Ulna keiner Cetacee angehört haben könne, weil der Vorderarm bei diesen Meeressäugethieren stets weit flacher ist und keine Muskeleindrücke und Kanten hat, von denen eine in der Mitte dieses Knochens (Figur 219) so deutlich hervortritt. Bei den Sauriern dagegen sind solche Kanten zur Befestigung der Muskeln vorhanden und irgend einem Thiere dieser Klasse gehört der Knochen wahrscheinlich an *).

*) Prof. Agassiz hegt (a. a. O.), ohne Owens Meinung zu kennen, dieselben Zweifel über die angeblichen Cetaceenknochen.

Digitized by Google

Oolit in Yorkshire und in Schottland. — Nördlich vom Humber in Yorkshire erscheint der untere Oolit sehr verschieden von dem im südlichen England. Man kann ihn dort eine Steinkohlenformation nennen, da er viel Pflanzenstoffe und Steinkohlen wechsellagernd mit Sand und Sandstein enthält. Der wohlerhaltene Zustand und die Anzahl der Pflanzen machen es sehr wahrscheinlich, dass Land nicht weit entfernt war. Dasselbe lässt sich von der Oolitsteinkohle von Brora an der Südostküste von Sutherlandshire in Schottland sagen, wo der untere Oolit Steinkohlen enthält, von denen ein Lager eine Mächtigkeit von 3½ Fuss hat. Die Pflanzen gleichen denen des Yorkshire Oolits und eine grosse Anzahl der mit vorkommenden Meeresmuscheln und andern Versteinerungen sind ganz dieselben; sehr verschieden ist dagegen der mineralische Charakter des Sandsteins, Schieferthons und kalkigen Sandsteins. — Von den Verhältnissen des Oolits in Deutschland reden wir am Ende des folgenden Kapitels.

Achtzehntes Kapitel.

Oolit und Lias — Fortsetzung.

Lias. — Der englische Provincialname Lias ist ganz allgemein zur Bezeichnung einer Formation von thonigem Kalkstein, Mergel und Thon

angenommen, welche das Liegende des Oolits und nach der Annahme mancher Geologen selbst einen Theil von dieser Gruppe bilden. An manchen Punkten, wie z. B. bei Bath, gehen sie in einander über, indem ein sandiger Mergel, der Mergelstein des Lias eingelagert ist und sowohl den mineralogischen Charakter des obern Lias als des untern Oolits hat. Diese letzterwähnten Abtheilungen haben auch einige Versteinerungen gemeinschaftlich, wie z. B. *Avicula inaequivalvis* (Fig. 220). Dennoch kann der Lias durch einen grossen Theil von Europa als eine getrennte und unabhängige Gruppe von bedeutender Mächtigkeit, die zwischen 500 und 1000 Fuss beträgt, verfolgt werden, indem sie viele eigenthümliche Versteinerungen enthält und einen sehr gleichförmigen lithologischen Charakter hat. Bei Long-le-Saulnier in Frankreich z. B. sind die Liasschichten unter einem Winkel von ohngefähr 45° geneigt, während die aufgelagerten Oolitmergel horizontal liegen.

In England, Frankreich und Deutschland besteht der charakteristische Lias aus abwechselnden dünnen Lagern von Kalkstein mit einer lichtbraunen verwitterten Oberfläche, getrennt durch dunkelfarbige, schmale, thonige Schichten, so dass die Brüche in dieser Felsart ein gestreiftes und bandartiges Ansehn haben.

Obwohl die vorherrschende Farbe von dem Kalksteine dieser Formation blau ist, so haben doch einige Lager des untern Lias eine gelblichweisse Farbe und man hat sie weissen Lias genannt. In einigen Gegenden Frankreichs, z. B. an den Vogesen, so wie auch im Luxemburgischen wird der Lias, welcher *Gryphaea arcuata*, *Plagiostama giganteum* und andere cha-

Digitized by Google

rakteristische Versteinerungen enthält, sandsteinartig und in Westphalen, nördlich vom Harz und in Baiern ist dies bei dem untern Theile der Formation der Fall und dieses auch Quadersandstein genannte Gestein gibt an manchen Punkten einen sehr schönen Baustein.

Zuweilen ist der Lias Gryphitenkalkstein genannt worden, da er eine Menge von Muscheln von einer Species der Auster oder *Gryphaea* (Fig. 221) enthält. Auch manche Cephalopoden, wie Ammoniten, Belemniten und Nautilus (Fig. 222) beweisen den Meeresursprung der Formation.

Die fossilen Fische gleichen im Allgemeinen in generischer Hinsicht den im Oolit vorkommenden, gehören nach Agassiz alle erloschenen Geschlechtern an und sind auf eine sehr bemerkenswerthe Weise von den Ichthyoliten der Kreideperiode verschieden. Unter denselben ist eine Species von *Lepidotus (L. gigas, Ag.)* — Fig. 223, — welche in dem Lias in Frankreich und Deutschland vorgekommen ist *). Wir erwähnten dieses Geschlecht schon weiter oben im sechszehnten Kapitel beim Weald und nahmen an, dass es sowohl in Flüssen als an der Meeresküste lebte. Auch Zähne einer Species von *Acrodus* kommen sehr häufig im Lias vor (Fig. 224). Allein die Fischreste, welche die meiste Aufmerksamkeit in Anspruch genommen haben, sind die grossen knochenarti-

*) *Louis Agassiz, Recherches sur les Poissons fossiles.* Bis jetzt drei Bände. Neuchatel und Frankfurt 1833 bis 1838. — Bd. II. Taf. 28 und 29. — Dies ist eine der wichtigsten Arbeiten, die je über Versteinerungskunde erschienen.

Digitized by Google

gen Rückenstacheln, die sogenannten Ichthyodoruliten (a, Fig. 225), welche früher von Manchen als Kiefern und von Andern als Waffen, ähnlich der lebenden *Balistes* und *Silurus* angesehen, von Dr. Agassiz aber weder für das Eine noch das Andere bestimmt worden sind. Die Rückenstacheln der letzterwähnten Geschlechter waren mit dem Rückgrat durch Gelenke verbunden, wogegen durchaus keine Zeichen von irgend einer solchen Gliederung bei den Ichthyodoruliten zu bemerken ist. Letztere scheinen knochige Rückenstacheln gewesen zu seyn, welche den vordern Theil der Rückenflosse bildeten, wie man dies bei den lebenden Geschlechtern *Cestracion* und *Chimaera* (s. a, Fig. 226) findet. Bei beiden letztern Geschlechtern ist die hintere hohle Fläche mit kleinen Stacheln bewaffnet, eben so, wie bei dem fossilen *Hybodus* (Fig. 225), der einem Geschlechte der Hayfamilie angehört und fossil zu Lyme Regis in England vorgekommen ist. Solche Stacheln sind blos in das Fleisch eingelassen und durch starke Muskeln verbunden. „Sie dienen," sagt Buckland in seiner Geologie, „um die Flosse zu heben und zu senken und ihre Wirkung gleicht der eines beweglichen Mastes, der das Segel eines Bootes nach hinten zu hebt oder senkt."

Reptilien des Lias. — Uebrigens sind es nicht die fossilen Fische, welche den auffallendsten Charakter bei den organischen Resten des Lias bilden, sondern es sind dies die in Anzahl, Grösse und Bau ausserordentlichen Reptilien. Zu den bemerkenswerthesten derselben gehören verschiedene Species von *Ichthyosaurus* und *Plesiosaurus*. Das Geschlecht *Ichthyosaurus* oder Fischeidechse ist nicht auf diese

Formation beschränkt, sondern es ist auch einerseits in dem Kreidemergel und Gault in England und andererseits in dem Muschelkalke vorgekommen, der von dem Lias nur durch den Keuper getrennt ist. Aus ihren fischartigen Rükkenwirbeln, ihren Flossenfüssen, die denen des Meerschweins und der Whale gleichen, ferner aus der Länge ihres Schwanzes und aus andern Theilen ihres Baues folgt, dass der Ichthyosaurus (Fig. 227) im Wasser lebte. Ihre Kiefern und Zähne zeigen, dass sie fleischfressend waren, welches dadurch bestätigt wird, dass man in ihren Skeleten halb verdauete Reste von Fischen und Reptilien fand. Hr. Conybeare versuchte, nachdem er viele fast vollständige Skelete untersucht hatte, eine Wiederherstellung der Osteologie dieses Geschlechts und von dem des *Plesiosaurus*. Letzteres hatte einen ausserordentlich langen Hals und kleinen Kopf mit Zähnen, die denen des Krokodils glichen und mit Flossenfüssen gleich denen des Ichthyosaurus, aber grösser. Man nimmt an, dass es in seichten Meeren und in Buchten lebte und dass es gleich dem Ichthyosaur und unsern lebenden Cetaceen, Luft athmete. Einige der erwähnten Reptilien hatten ungeheure Dimensionen. Ein Exemplar von *Ichthyosaurus platyodon* aus dem Lias zu Lyme Regis, welches jetzt im britischen Museum aufbewahrt wird, muss einem mehr als 24 Fuss langen Thier angehört haben und ein Exemplar des Plesiosaurus in derselben Sammlung ist 11 Fuss lang. Die Gestalt des Ichthyosaurus mochte das Thier befähigen, die Wellen gleich dem Meerschwein zu durchschneiden; der Plesiosaurus aber, wenigstens die langhalsige Species

(Fig. 228) mochte besser dazu geeignet seyn, in seichten Buchten und Meerbusen, wo es gegen heftige Brandung geschützt war, zu fischen.

Seit den letzten zwanzig Jahren haben die Anatomen darin übereingestimmt, dass diese erloschenen Saurier das Meer bewohnt haben mussten, obgleich kein lebendes Meeresreptil bekannt war. Sie behaupteten, dass, so wie es jetzt Chelonier gebe, die wie die Schildkrötenspecies theils im süssen, theils im Meerwasser lebten, es früher auch Saurier gegeben haben müsse, von denen manche im süssen, andere im Meerwasser lebten. Die neuerliche Entdeckung eines Meersauriers macht nun die Sache gewiss und entfernt die blosse Wahrscheinlichkeit. Man fand dieses Geschöpf 1835 in dem Archipel der Galopagosinseln und ihre Eigenthümlichkeiten wurden von Herrn Darwin beobachtet. Die erwähnten Inseln liegen unter dem Aequator fast 600 engl. (130 deutsche) Meilen westwärts von der südamerikanischen Küste. Sie sind vulkanisch, einige derselben sind 3000 bis 4000 Fuss hoch und eine Albemarleinsel, 75 engl. (16 deutsche) Meilen lang. Das Klima ist mild, es fällt sehr wenig Regen und in dem ganzen Archipel findet sich nur ein Flüsschen, welches das Meer erreicht. Der Boden ist grösstentheils trocken und hart und die Vegetation dürftig. Die Vögel, Reptilien, Pflanzen und Insekten gehören mit wenigen Ausnahmen Species an, die nirgend anders in der Welt gefunden werden, obgleich alle in ihren allgemeinen Verhältnissen einen amerikanischen Charakter haben. Von den Säugethieren scheint nur eine Species einheimisch zu seyn, nämlich eine grosse und eigen-

Digitized by Google

thümliche Mäuseart; die Anzahl der Eidechsen, Schildkröten und Schlangen ist aber so bedeutend, dass man die Inseln Reptilienland nennen kann. Die Verschiedenheit der Species ist gering, allein die Individuen von jeder sind wunderbar zahlreich. Es findet sich eine *Chelona* (Meerschildkröten), eine grosse *Testudo* (Landschildkröten) *(T. Indicus)*, vier Eidechsen und ohngefähr eben so viel Schnecken, allein weder Frösche noch Kröten. Zwei von den Eidechsen gehören zu Bell's Familie *Iguanidae* und zu einem besondern Geschlecht *(Amblyrhynchus)*, welches jener Naturforscher aufgestellt hat und welches von dem stumpf abgeschnittenen Kopf und der kurzen Schnautze (von αμβλυς, *amblys*, kurz und ῥυγχοσ, *rhynchus*, Schnautze oder Maul) benannt worden ist. Von diesen Eidechsen lebt eine auf dem Lande, gräbt sich in den Boden und schwärmt überall auf dem Lande herum; sie hat einen runden Schwanz und ein Maul, welches in der Gestalt denen der Schildkröte gleicht. Die andere lebt im Wasser und hat einen von unten nach oben zu platten Schwanz, um schwimmen zu können (Figur 229). Dieser Meeressaurier ist auf allen Inseln dieses Archipels sehr häufig. Er lebt ausschliesslich an den felsigen Meeresgestaden und Hr. Darwin sah ihn nie nur 30 Fuss weit im Lande. Gewöhnlich ist er 3 Fuss lang, erreicht aber auch 4 Fuss. Er hat eine schmutzig schwarze Farbe und seine Bewegungen auf dem Lande sind träge; allein im Wasser schwimmt er sehr leicht und schnell mittels einer schlangenartigen Bewegung seines Körpers und des abgeplatteten Schwanzes, wogegen die Beine ohne Bewegung sind und an den Seiten nieder-

Digitized by Google

hängen. Seine starken Klauen sind sehr dazu geeignet, über die überall die Küste bildenden rauhen und zerrissenen Lavamassen wegzukriechen. So sieht man Gruppen von sechs oder sieben dieser hässlichen Reptilien an den schwarzen Felsengestaden, wenige Fuss über der Brandung, um sich mit ausgestreckten Beinen zu sonnen. In den geöffneten Magen fand man feines Seegras, welches nicht weit von der Küste entfernt auf dem Meeresboden wächst und um welches zu erlangen die Eidechsen zuweilen von dem Strand ab ausgehen. Wohin sie ihre Eier legen, wissen die Eingebornen nicht.

In den Schichten, welche sich jetzt durch den Niederschlag der von den Küsten weggewaschenen Gerölle u. s. w. bilden, mögen die Reste von Land- und Meersauriern, so gut als die Chelonier und Fische mit Meeresmuscheln zusammen, jedoch ohne Knochen von einem Landvierfüsser oder Resten von Batrachiern, vorkommen; dagegen würden wir eben hier die Reste von Meeressäugethieren in die neuen Schichten eingeschlossen erwarten dürfen, indem an den Küsten der Galopagos Seehunde und verschiedene Arten von Cetaceen vorkommen. In dieser Beziehung würde daher die Vergleichung zwischen der oben beschriebenen neuern Fauna und der ältern des Lias nicht gut ausfallen.

Plötzliche Zerstörung der Saurier etc. — Es ist ganz richtig bemerkt worden, dass manche von den fossil in dem Lias gefundenen Fischen und Sauriern plötzlich getödtet und begraben worden seyn müssen und dass die zerstörende Operation, mochte sie auch von einer Beschaffenheit seyn, welche sie wollte, oft wiederholt worden war.

Digitized by Google

„Bisweilen trifft es sich," sagt Buckland in seiner Geologie, I. 146, „dass kaum ein einziger Knochen oder eine Schale von ihrer natürlichen Stelle verrückt ist, was unmöglich der Fall seyn könnte, wenn der Körper dieser Thiere auch nur wenige Stunden der Fäulniss oder dem Raub der andern Seethiere ausgesetzt gewesen wäre." Es finden sich nicht allein die Skelete der Ichthyosauren ganz, sondern zuweilen enthalten sie auch noch den Inhalt ihrer Magen zwischen den Ribben, so dass wir finden können, von welchen Fischspecien sie lebten und die Form ihrer Excremente erkennen. Nicht selten findet man Lagen von diesen Coproliten in verschiedenen Tiefen in dem Lias, in einer Entfernung von jedem ganzen Skelet der Meereseidechsen, von denen sie herrühren, als wenn der schlammige Boden des Meeres von Zeit zu Zeit einen kleinen plötzlichen Zuwachs erhalten hätte, der die Coproliten und Schalen, die sich in der Zwischenzeit angesammelt hatten, bedeckte. Es ist ferner bestimmt, dass zu Lyme Regis nur diejenigen Oberflächen der Coproliten, die oben am Meeresboden lagen, eine theilweise Zerstörung durch Einwirkung des Wassers erlitten haben, ehe sie von dem schlammigen Niederschlag bedeckt und geschützt waren, der sie später gänzlich umgab.

In dem Lias von Lyme Regis fanden sich auch zahlreiche Exemplare von dem Dintenfisch (*Sepia loligo*, Lin., *Loligo vulgaris*, Lam.), deren Dintensäcke noch ausgedehnt und deren Dinte getrocknet war, hauptsächlich aus Kohle bestand, aber nur etwas mit kohlensaurem Kalk imprägnirt war. Diese Cephalopoden mussten gleich den Sauriern plötzlich gestorben und au-

Digitized by Google

genblicklich im Niederschlag begraben worden seyn; denn wenn sie nach ihrem Tode der Fäulniss unterworfen gewesen wären, so würde die die Dinte umschliessende Haut sogleich zerstört worden seyn.

Bekanntlich werden Flussfische zuweilen in ihrem eigenen Element durch schlammiges Wasser während Fluthen erstickt und man darf daher nicht bezweifeln, dass das periodische Einströmen grosser Massen schlammigen süssen Wassers in das Meer den Meeresthieren noch nachtheiliger gewesen sey. Die Geschichte der Erdbeben weisst nach, dass während derselben von den Flüssen grosse Massen von Schlamm und ersäuften Thieren in das Meer geführt worden sind, wie z. B. auf Java im Jahr 1699. Wir wissen ferner auch, wie bei untermeerischen vulkanischen Ausbrüchen, z. B. bei Lancerote, der Grahamsinsel bei Sicilien etc., eine ungeheure Menge todter Fische auf dem Meere schwammen, sicher zum Theil durch die bei den Ausbrüchen entwickelten schädlichen Dämpfe erstickt. In der Zwischenzeit zwischen solchen Katastrophen mochten sich in dem Liasmeere langsam Schichten abgesetzt haben, von denen einige hauptsächlich aus einer Muschelart, z. B. Ammoniten, andere aus Gryphiten bestanden.

Fossile Pflanzen. — Unter den Pflanzenresten des Lias erwähnen wir verschiedene zu Lyme Regis vorgekommene Zamiaspecies und die Reste von Coniferen, die sich zu Whitty gefunden haben. Holzstücken sind sehr gewöhnlich und oft in thonigen Kalkstein verwandelt. Dass manche von diesen Holzstücken, obgleich sie jetzt versteinert sind, weich waren, als sie zuerst auf dem Meeresboden abgesetzt wurden,

Digitized by Google

geht daraus hervor, dass auf einem im Besitz der geologischen Gesellschaft zu London befindlichen, in Fig. 230 abgebildeten Stück auf der Oberfläche der Eindruck eines Ammoniten vorhanden ist.

Vorkommen der Ooliten- und Liasgruppe in Deutschland und in der Schweiz. — Im nördlichen Deutschland erstreckt sie sich von Bramsche an der Haase bis in die Gegend von Hildesheim und Eimbeck und kommt auch sehr verbreitet nördlich vom Harz zwischen Wolfenbüttel und Helmstedt vor. In ihrer Zusammensetzung nähert sie sich der ähnlichen Schichtenfolge in Yorkshire und in einigen Theilen Schottlands. Es herrschen Thone, Mergelschiefer und Sandstein vor, wogegen der Kalkstein auf untergeordnete Lager beschränkt ist. Mit dem Sandstein zusammen kommen mehrere Kohlenflötze vor (Obernkirchen, Süntel etc.). Da aber die Verbindung dieser Gruppe mit der Kreide sich nirgends deutlich zeigt, so fehlt es an einem bestimmten Vergleichungspunkt, um dieselbe von oben nach unten mit den englischen Abtheilungen parallelisiren zu können, obgleich dies auch von einigen Geologen geschehen ist. Sehr vollständig ist dagegen der Lias entwickelt; der schwarze bituminöse Mergelschiefer enthält Lager von dichtem bituminösen Kalkstein und Nieren von thonigem Sphärosiderit. Ueber dem Lias liegt in den Wesergegenden ein mächtiges dunkelbraunes Sandsteinlager, durchzogen mit Streifen von sandigem Brauneisenstein. Dasselbe enthält graue Schieferthonlager, die theils Sphärosideritknollen, theils braunen Thoneisenstein führen und wohl als das erste Glied des untern Oolits anzusehen sind. Darauf folgt von unten

Digitized by Google

nach oben an der Weserkette, östlich von Hildesheim, am Ith und an dem Lauensteiner Berge ein oolitischer, unten sandiger und oben bituminöser Kalkstein. Zu welcher Abtheilung der englischen Schichtenfolge diese 700 Fuss mächtige Gebirgsmasse gehört, darüber herrschen noch verschiedene Ansichten; doch kann man sie vielleicht zum mittlern Oolit rechnen.

Ueber dieser Kalksteinformation liegt am Böhlhorst und am Bückeberge schwarzer Mergel, Sandstein mit Kohlenflötzen und dann schwarzer Schiefermergel, der nur von Sand und losem Gerölle bedeckt ist. Am Deister und Osterwalde liegt der Sandstein unmittelbar auf dem Oolitenkalk. Der obere Schiefermergel, das oberste Glied der Oolitgruppe der Weserkette, dürfte für Oxfordthon zu halten seyn.

In Süddeutschland bildet der Oolit die unmittelbare Fortsetzung des schweizer Jura gegen Nordost und bildet bis Sigmaringen an der Donau das grosse, unter dem Namen der schwäbischen Alp bekannte Plateau. Von Süden nach Norden dehnt sich die Formation von Regensburg bis an den Main aus.

Nach L. v. Buch *) zerfällt der ganze Jura: 1) in den schweizer Jura, in welchem die Schichten immer sehr geneigt sind und langgezogene Grate und Ketten bilden; 2) in den schwäbischen Jura, in welchem die Schichten regelmässig und höhlig auf einander liegen und oben ein grosses, wenig welliges, über viele

*) Poggendorff's Annalen, Band 40, 638 etc. Und: Ueber den Jura in Deutschland. Eine in der kön. Akademie der Wissenschaften zu Berlin gelesene Abhandlung. Berlin 1839.

Digitized by Google

Meilen ausgedehntes Plateau bilden; 3) in den fränkischen Jura, in welchem die Mitte von ausgedehnten Dolomitmassen eingenommen wird, die auf der Höhe wie Obelisken, Thürme oder gothische Bergruinen hervorstehen.

Auch in der Höhe oder im Durchschnitt ist der Jura in drei Theile getheilt: 1) in einen schwarzen, die Liasschichten und Schiefer; 2) in einen braunen, die groben braunen Sandsteine; 3) in einen weissen, feinerdige Kalksteinschichten, Korall- und Muschelbänke.

Der Lias, der fast überall am Fuss unter dem Gebirge hervortritt, enthält nur solche organische Reste, die ihm überall eigenthümlich sind. Wandelbarer ist dagegen der mittlere Theil des Jura. Was im südlichen England und in Frankreich in der Form von Ooliten erscheint, ist im südlichen Deutschland ein grober Sandstein mit analogen Muscheln. Im obern oder Korallheile des Jura findet sich hauptsächlich der Diceras- und Nerineenkalk als äussere Decke und letzte Juraschicht am südlichen Abfall des schwäbischen Jura. Im fränkischen Jura fehlt diese ausgezeichnete Formation (Portlandstein). Sie fängt erst unter Hemmau an, wahrscheinlich über dem lithographischen Schiefer, bildet die Thalabhänge der Nab und der Laber bei Regensburg u. s. w., setzt über Möskirch fort und verbindet sich wahrscheinlich unmittelbar mit den Schichten bei Solothurn.

In den Alpen, so wie auch in den Karpathen und in Italien kommen ausgedehnte Bildungen vor, welche zwar in der mineralogischen Beschaffenheit sehr von den vorher beschriebenen abweichen, denselben aber doch zugerechnet werden müssen. Darin die Unterabtheilun-

Digitized by Google

gen der englischen Oolitgruppe wieder zu finden, scheint nicht gelingen zu wollen; die Massen sind weit mächtiger und ausgedehnter, die Versteinerungen scheinen unter einander gemengt worden zu seyn, weshalb dieser Wegweiser bis jetzt nicht zu gebrauchen war, da die verwickelten Lagerungsverhältnisse der genauesten Bestimmung der Reihenfolge der Schichten grosse Schwierigkeiten in den Weg legen. Anstatt weicher Mergel-, Thon- und Sandschichten, so wie leichter Kalksteine, finden sich hier dunkel gefärbte Marmorarten, Dolomitmassen, Gyps und Schiefer, welche dem Talk- und Glimmerschiefer ähnlich sind. Jedoch müssen wir uns hier mit diesen kurzen Andeutungen begnügen, da uns specielle Bemerkungen zu weit führen würden und genaue Beschreibungen und Parallelisirungen dieser Schichten auch erst von wenigen Theilen der Alpen bekannt sind.

Entstehung des Oolits und Lias. — Wenn wir es nun versuchen, in der Einbildung den alten Zustand Europas in der Oolit- und Liasperiode wieder herzustellen, so müssen wir uns ein Meer denken, in welchem der Wachsthum der Korallenriffe und Muschelbänke, nachdem er Jahrhunderte ununterbrochen fortgeschritten war, durch den Absatz thoniger Niederschläge plötzlich aufgehalten werden konnte. Es wurde darauf die thonige Materie, welche gar keine Korallen enthält, Jahrhunderte hindurch niedergeschlagen und erlangte eine Mächtigkeit von Hunderten von Fussen, bis dass eine andere Periode eintrat, in welcher derselbe Raum von kalkigem Sand, oder mit festen Muschel-, und Korallengesteinen eingenommen wurde, worauf eine andere Periode von thonigen Nieder-

Digitized by Google

schlägen wiederkehrte. Der berühmte englische Geolog Conybeare bemerkt, dass die ganze Oolit- und Liasgruppe aus wiederholten Abwechselungen von Thon, Sandstein und Kalkstein bestehe, die in gleicher Ordnung auf einander folgen. So folgt auf die Thone des Lias der Sand des untern Oolits und auf diesen wieder Muschel- und Korallenkalkstein (Bath Oolit u. s. w.). In dem mittlern Oolit folgt auf den Oxfordthon kalkiger Sandstein und „*Coral rag*;“ endlich ist in dem obern Oolit, dem Kimmeridgethon, der Weymouthsand und der Portlandkalkstein aufgelagert. Jedoch können die Thonlager über weitere Räume verfolgt werden, als der Sand und Sandstein. Es muss auch bemerkt werden, dass während in Yorkshire das Oolitsystem sandsteinartig wird und einem Steinkohlengebirge gleicht, es in den Alpen eine reinkalksteinartige Gestalt annimmt, indem der Sand und Thon fehlt, und selbst in den dazwischen liegenden Gegenden ist es verwickelter und veränderlicher, als es nach den gewöhnlichen Beschreibungen zu seyn scheint. Dennoch behalten einige von den Thonen und zwischengelagerten Kalksteinen einen fast gleichartigen Charakter auf Entfernungen von 400 bis 600 englischen (90 bis 130 deutschen) Meilen sowohl in der Richtung von O. nach W., als auch von N. nach S.

Nach Herrn Thirria hat die ganze Oolitgruppe im französischen Departement der obern Saône eine gleiche Mächtigkeit, wie die englische; allein die Wichtigkeit der thonigen Abtheilungen steht im umgekehrten Verhältniss zu der, welche sie in England zeigen, wo sie doppelt so mächtig, wie die Kalksteine sind, wo-

Digitized by Google

gegen sie in dem angeführten Theile von Frankreich ungefähr ein Viertel der Mächtigkeit erreichen. In dem Jura sind die Thone noch dünner und in den Alpen verschwinden sie fast oder gänzlich.

Um solch' eine Reihefolge von Ereignissen zu erklären, müssen wir uns denken, dass das Meeresbett Jahrhunderte hindurch zur Aufnahme feiner thoniger Niederschläge, die durch Meeresströmungen herbeigeführt worden, gedient habe. Diese Strömungen mochten mit Flüssen, oder mit einem Theil des Meeres in der Nähe einer Küste, die dessen Einwirkung unterworfen war, in Verbindung stehen. Dieser Schlamm wird endlich nicht mehr in dieselbe Gegend geführt, entweder weil das Land, welches vorher Entblössung erlitten, gesunken und unter Wasser gesetzt, oder weil die Strömung durch die veränderte Form des Meeresbetts und des benachbarten trocknen Landes in eine andere Richtung abgelenkt worden ist. Durch solche Veränderungen wird das Wasser sogleich klarer und zum Wachsthum steiniger Zoophyten geeignet. Aus zerkleinerten Muscheln und Korallen wird alsdann kalkiger Sand gebildet, oder in einigen Fällen ersetzt sandige Materie den Thon, weil es gewöhnlich der Fall ist, dass der feinere Niederschlag, der anfänglich am weitesten von der Küste fortgeführt wurde, später, nachdem das Meer seichter geworden war, oder wenn das an Ausdehnung zunehmende Land sich mehr den Stellen genähert hat, die zuerst von feinem Schlamm eingenommen, mit grobem Sand überstreut wurden.

Zur Erklärung einer andern grossen Formation, wie der Oxfordthon ist, die wieder ei-

Digitized by Google

nen Korallenkalkstein bedeckt, müssen wir ein Sinken gleich dem annehmen, welches jetzt in einigen Gegenden mit Korallen zwischen Australien und Südamerika statt findet. Das Sinken nach einem so grossartigen Maasstabe mag wiederum die Veranlassung geworden seyn, dass das Meeresbett und das benachbarte Land durch die europäische Oberfläche eine Form angenommen haben, welche dem Niederschlag von andern thonigen Schichten günstig war, und dieser Veränderung mochte eine Reihe von Ereignissen folgen, die den bereits erklärten analog sind und dieser wiederum eine dritte Reihe von derselben Ordnung. Sowohl die Hebung, als die Senkung mochte sehr langsam seyn, wie die jetzt im stillen Meer erfolgenden sind; und die Zunahme jeder wenige Fuss mächtigen Korallenschicht mochte Jahrhunderte zu ihrer Vollendung erfordert haben, während denen gewisse Species organischer Wesen von der Erde verschwanden und andere an ihrer Stelle erschienen, so dass in jeder Schichtenreihe, vom obern Oolit bis zu dem Lias, gewisse eigenthümliche und charakteristische Versteinerungen eingeschlossen wurden.

Physikalische Geographie. — Die Wechsellagerung bestimmter Thon- und Kalksteinformationen nach einem so grossen Maasstabe hat Veranlassung zu einigen ausgezeichneten Zügen in den physikalischen Umrissen der Länder gegeben, in denen sie auftreten. Gewöhnlich können weite Thäler in den langen Länderstreifen verfolgt werden, in denen die thonigen Schichten zu Tage ausgehen, und zwischen diesen Thälern treten die Kalksteine in Hügel- oder Bergreihen oder in Hochebenen auf. An

Digitized by Google

der Seite, an der die verschiedenen Thone unter den Kalksteinen zu Tage ausgehen, haben diese Berge ein sehr steiles Abfallen.

Fig. 231 gibt dem Leser einen Begriff von der Oberflächengestaltung der Oolitformation im südlichen England, zwischen London und Cheltenham, oder in irgend andern parallelen Linien. Jedoch ist auf dieser Abbildung die Neigung der Schichten, so wie die Höhe der verschiedenen Formationen weit bedeutender angegeben, als sie im Verhältniss zu ihrer horizontalen Ausdehnung sind. Wir bemerken, dass die Linien der steilen Abfälle gegen Westen von dem untern (a, Fig. 231), dem mittlern (d) und dem obern Oolit (f), so wie aus der Kreide (h) und die Thalböden aus dem Lias (a), dem Oxfordthon (c), dem Kimmeridgethon (e) und dem Gault (g) bestehen. Der Lias bildet nicht allein ein breites Thal, sondern auch einen Theil des Abhanges unter dem untern Oolit. Die äussern Umrisse der Gegend zwischen Paris und Metz sind sich ähnlich und durch eine ähnliche Reihefolge der Gebirgsarten zwischen den tertiären Schichten und den Lias bewirkt, jedoch mit dem Unterschiede, dass die steilen Abhänge der Kreide, des obern, mittlern und untern Oolits nach Osten und nicht nach Westen zu gekehrt sind.

Die Kreide geht bei Epernay unter dem tertiären Sand und Thon des Pariser Beckens zu Tage aus und der Gault unter der Kreide und dem obern Grünsand bei Clermont in Argonne; und wenn man von diesem Ort über Verdun und Etain nach Metz geht, so findet man zwei Kalksteinketten mit dazwischenliegenden Thälern von Thon, die denen im südlichen und mittlern England gleichen, bis dass man bei Metz die

Digitized by Google

grosse Liasebene am Fusse des untern Oolits trifft.

Offenbar haben die entblössenden Kräfte auf eine ähnliche Weise über eine weite, mehrere hundert englische Meilen im Duchmesser haltende Oberfläche gleichartig gewirkt, indem sie den weichern Thon mehr fortführten, als die Kalksteine und die letztern so unterwuschen, dass sie überall da steile und überhängende Klippen bildeten, wo die härtern Kalksteine auf den weichern und zerstörbaren Thonen abgelagert worden waren. Diese Entblössung fand wahrscheinlich dann statt, als sich das Land langsam aus dem Meer emporhob.

Neunzehntes Kapitel.

Gruppe des rothen Sandsteins.

Zwischen dem Lias und der Steinkohlengruppe findet sich in mehrern Gegenden Deutschlands, Frankreichs und in den mittlern und westlichen Grafschaften Englands eine grosse Reihe von Mergel, Sand- und Kalkstein. Die Lagerungsverhältnisse dieser Gruppe in England werden aus Fig. 232 deutlich, auf welcher a die Schichten des rothen Sandsteins, b die des Steinkohlengebirges und c die des alten rothen Sandsteins bezeichnen.

In einigen Theilen des südwestlichen Englands besteht die ganze rothe Sandsteingruppe

Digitized by Google

(im Original zum Unterschiede von dem „*Old Red*," *New Red Sandstone Group* genannt) lediglich in rothem Lehm, Thon und Sandstein, ohne Versteinerungen, welche in der Farbe und in dem Mangel allen Kalksteins gegen die vorhin beschriebenen Oolit- und Liasgesteine sehr abstechen. Dagegen sind die Verhältnisse dieser Gruppen in andern Ländern weit verwickelter und sie zerfällt sehr deutlich in zwei Abtheilungen, wie die folgende Tabelle zeigt:

		Synonimen.	
		Englische.	Französische.
1. Bunter Sandstein.	a. Keuper	*Saliferous marls and Sandstone.*	*Marnes irisées.*
	b. Muschelkalk.	Fehlt in England.	*Calcaire coquillier.*
	c. Bunter Sandstein.	*Sandstone and quartzose Conglomerate.*	*Grès bigarré.*
2. Rother Sandstein.	d. Zechstein u. Kupferschiefer.	*Magnesian limestone (Dolomitic Conglomerate).*	*Calcaire magnésien et Schiste cuivreux.*
	e. Rothliegendes, Rothtodtliegendes.	*Lower New Red Sandstone.*	*Grès rouge.*

Obere Abtheilung, oder bunter Sandstein.

Der **Keuper** beginnt in den Vogesen sogleich unter dem Liassandstein, in welchen er nach und nach übergeht; der obere Theil der

Keuperformation von grüner Farbe enthält dünne Lagen eines schwarzen schieferigen Thons und von Quarzsandstein, fast ohne Bindemittel und dieser wird nach und nach Liassandstein; in Burgund lässt sich der Keuper kaum von diesem Liassandstein trennen. In den Vogesen zeigt der als ein Mergel auftretende Keuper verschiedene, hauptsächlich aber rothe und grünlich- oder bläulichgraue Farben und keine Spur von schiefrigem Gefüge. In seinen mittlern Theilen zeigt er Lager von schwarzem Schieferthon, bläulichgrauem Sandstein und graulichem und gelblichen Dolomit. Der Sandstein und Thon enthalten Pflanzenabdrücke und selbst Steinkohlen. In dem untern Theile des Mergels kommen zu Vic, Dieuze und an andern Punkten in Lothringen Massen von Steinsalz mit Gyps, letzterer auch in dem obern Theile dieser Ablagerungen vor, der auch fast gänzlich aus Muscheln bestehende Kalksteinlager enthält.

In der Nachbarschaft von Stuttgart und Tübingen wird der obere weisse Keupersandstein von buntem Thonmergel bedeckt, der ihn von dem Lias trennt. Er ist grobkörnig und hin und wieder konglomerat- oder breccienartig und in den obern Schichten enthält er so viel Kohle, dass er selbst schwarz wird. Bei Spiegelberg und Lautern, so wie auch unweit Balingen kommen Nester von Anthracit darin vor. Von dem tiefer liegenden thonigen, feinkörnigen Sandstein ist der obere durch bunten Thon und Mergel getrennt.

In Norddeutschland lassen sich im Allgemeinen drei Abtheilungen in der Keuperformation unterscheiden. Die oberste besteht aus vorherrschend grauem und rothen Mergel, der mächtige

Digitized by Google

Lagen eines weissen und gelblichen Sandsteins häufig mit quarzigem Bindemittel führt. Dieser bildet z. B. die Gipfel der Keuperberge, welche das merkwürdige Pyrmonterthal umgeben. Die mittlere Abtheilung der Formation besteht hauptsächlich aus einem Wechsel von buntem, grösstentheils rothen Mergel, mit rothgeflecktem, dünngeschichteten, glimmerreichen Sandstein und grossen Gypsmassen. Die untere Abtheilung endlich besteht aus dunkelgrauem schieferigen Mergel, der sehr häufig Bänke eines grauen feinkörnigen Sandsteins umschliesst, der Pflanzenabdrücke und einige schwache Flötze von der sogenannten Lotterkohle führt. Ausser im Wesergebirge und am Nordrande des Harzes tritt der Keuper in Norddeutschland hauptsächlich in der Gebirgsmulde zwischen dem Harz und Thüringerwald auf. — In seinem mineralogischen Charakter ist der Keuper an verschiedenen Punkten seines Vorkommens sehr übereinstimmend.

b. Der Muschelkalk ist ein Kalkstein von verschiedenartiger Textur, gewöhnlich aber grau und dicht. Zuweilen ist er dolomitisch und geht oben und unten in Mergel über. Hin und wieder hat er auch einige Aehnlichkeit mit dem Kohlenkalkstein; zuweilen ist er oolitisch und enthält dünne Lagen und Nieren von Hornstein. Nicht selten kommen Gyps und Mergel in ihm vor und in der Nähe von Horgen am östlichen Rande des Schwarzwaldes finden sich untergeordnete Lager von bituminösem Mergelschiefer mit Kupfererzen, die sich auch an andern Punkten Würtembergs in dem Muschelkalk eingesprengt finden. Zuweilen, wie zu Epinal in den Vogesen, ist der Muschelkalk hart genug,

Digitized by Google

um als Marmor benutzt werden zu können. An manchen Punkten sind Versteinerungen sehr selten, an andern sehr häufig. Steinsalz ist darin an mehrern Punkten in Würtemberg und unweit Gotha gefunden worden. Der Muschelkalk kommt in bedeutender Verbreitung von Toulon bis zur norddeutschen Hügelkette bei Ibbenbühren, vom Nordrande der Eifel bis nach Polen zwischen dem Schwarz- und Odenwald in Thüringen u. s. w. vor.

c. Der bunte Sandstein ist noch weiter verbreitet als der Muschelkalk. Er umgibt das Gebirgssystem der Vogesen, kommt im südlichen Theile von Frankreich vor, ist in Deutschland vom Südrande des Schwarzwaldes bis zu den nördlichsten Hügeln verbreitet und findet sich auch in Schlesien, Polen, im mittlern Russland und so, wie wir weiter unten sehen werden, in England und Schottland.

In Thüringen besteht die obere Abtheilung, der sogenannte Schieferletten, aus thonigen, rothen und bunten Mergeln, deren Farben aber gewöhnlich weniger grell und lebhaft sind, als beim Keuper, die dünne Lager von mergeligem Kalkstein, Dolomit und von thonigem oder quarzigen Sandstein, so wie auch Gypsmassen enthalten. Der Sandstein ist oft glimmerig, sehr schiefrig und fest. Nach oben zu geht die Formation durch die Kalksteinlager in den Muschelkalkstein über, so dass es schwer hält, eine Grenze zwischen beiden zu ziehen. Nach unten zu geht diese obere Schichtenfolge unmerklich in eine untere über, der die Hauptmasse des bunten Sandsteins (in Frankreich auch Vogesensandstein genannt) angehört und der fast gar keine Versteinerungen enthält. Er ist

Digitized by Google

in starken Bänken geschichtet, besteht hauptsächlich aus Quarzkörnern, die mit einer dünnen Haut von Eisenoxyd überzogen sind und führt auch Feldspathbruchstücke und grosse Quarzgeschiebe. Die rothe Farbe ist vorherrschend, jedoch wechselt dieselbe mit Streifen, Flecken und ganzen Massen von hellgelblich, grauer und weisser Farbe, welche letztere z. B. in den Schichten der Gegend von Halle, Weissenfels und des Mannsfelder Beckens überwiegend ist. Sehr charakteristisch sind flache Nieren von Thon, sogenannte Thongallen für diesen Sandstein, der bisweilen gar keinen Zusammenhang hat, bisweilen aber auch sehr fest ist. Der Eisengehalt hat sich bisweilen auf einzelnen Punkten zusammengezogen und bildet dann Schalen, Nieren und sogar Schichten von Brauneisenstein und von Sphärosiderit. Eben so finden sich Nieren mit vielem Kalkspath und eingesprengtem Bleiglanz (Knotenerz) im weissem Sandstein, am Bleiberg bei Commern, unweit Aachen; endlich auch Malachit, Kupfergrün und Bleierde bei Lieversbach und Call in der Eiffel. Mit den Sandsteinschichten wechsellagern häufig Schichten von rothem Thon, die nach unten zu immer mächtiger werden. In denselben finden sich Schichten von Rogenstein, d. h. von einem Kalkstein, der aus Körnern von strahligem Gefüge besteht. Derselbe ist z. B. im Mannsfeldschen ganz charakteristisch für die untern Schichten des bunten Sandsteins. Der Thon scheint nirgends zu fehlen, wo die Formation auf Zechstein und nicht auf ältern Gesteinen aufliegt und geht in den Sandstein unmerklich über. Er umschliesst biswei-

Digitized by Google

len bedeutende Gypsmassen, die von den im Zechstein vorkommenden gänzlich getrennt sind.

In England besteht die ganze obere Abtheilung der rothen Sandsteingruppe aus Schichten von rothem und grünen Mergel, der in Gloucestershire in den Lias vollkommen übergeht. In diesem Systeme kommen in Cheshire und in andern Theilen Englands Steinsalz und Salzquellen vor, weshalb es auch sehr zweckmässig „salzführender Mergel und Sandstein" genannt worden. Es besteht aus abwechselnden Schichten von rothem und grünen Thon oder Mergel, Gyps und Steinsalz mit einer Mächtigkeit von 600 Fuss. Sehr deutlich erscheint der bunte Sandstein im nördlichen Schottland, so wie auf den Orkaden und Hebriden.

Versteinerungen der obern Abtheilung der rothen Sandsteingruppe. — Dass die drei Formationen, Keuper, Muschelkalk und bunter Sandstein einer Periode angehören, scheint schon aus der Thatsache gefolgert werden zu dürfen, dass Graf Münster dieselben Pflanzen aus dem Keuper und buntem Sandstein erhielt und Dr. Agassiz dieselben Fische aus beiden und aus dem zwischen gelagertem Muschelkalk. In England sind in diesen Schichten nur wenige Spuren von fossilen Fischen, Muscheln und Pflanzen gefunden, reicher an organischen Resten sind aber diese Formationen in Deutschland. Prof. Bronn *(Lethaea I. 134)* gibt 65 Geschlechter in denselben an, von denen 47 ausgestorbene und die von den Versteinerungen des aufgelagerten Lias oder des unterliegenden Zechsteins specifisch und manche auch generisch gänzlich verschieden sind.

Digitized by Google

Die fossile Flora besteht aus Cycadeen und aus verschiedenen Farrengeschlechtern, auch aus erloschenen Coniferen des Geschlechts *Voltzia (Ad. Brongniart)*, welches dieser Periode eigenthümlich ist und an welcher sogar die Befruchtungstheile erhalten sind (Fig. 233) und eine gigantische Species von *Equisetum* (Figur 234), die nicht ungewöhnlich in dem Keupersandstein ist.

Unter den Muscheln sind einige Cephalopoden eigenthümlich, wie z. B. *Ammonites nodosus*, bei welchem die absteigenden Loben, siehe a, b, c, Fig. 235, sich in wenige kleine Verzähnelungen, die Spitze nach innen gekehrt, endigen. Unter den zweischaligen Muscheln ist die *Posidonia keuperina*, Voltz, *(Posidonomya minuta*, Brown, Fig. 236) häufig und findet sich von dem Keuper bis zu dem bunten Sandstein und eine ähnliche Allgemeinheit hat die *Avicula socialis* (Fig. 237), ist aber in Deutschland, Frankreich und Polen besonders charakteristisch für den Muschelkalk. In dem letztern finden sich auch einige Encriniten, z. B. der Lilienencrinit *(Encrinites moniliformis)*, der so häufig in dem norddeutschen Muschelkalke vorkommt, einige Zähne von Knorpelfischen, einige decapodische Crustaceen und nicht weniger als fünf Geschlechter von grossen erloschenen Reptilien, die sämmtlich dem Muschelkalk eigenthümlich sind, wie *Phytosaurus, Dracosaurus* u. a.

In der Nähe von Hildburghausen sind neuerlich in einem Steinbruch auf grauem, quarzigen, dem bunten Sandstein angehörigen Gestein merkwürdige fossile Fusstapfen entdeckt worden. An der obern Fläche der Steinplatten bilden diese

Digitized by Google

Fusstapfen Eindrücke, während die an der untern Fläche erhaben erscheinen. Letztere sind natürliche Abdrücke, die in den darunter liegenden Fusstapfen als in Formen gebildet sind. Die grössern Eindrücke (Fig. 238) scheinen die des Hinterfusses zu seyn und sind ungefähr 8 Zoll lang und 5 Zoll breit. In ihrer Nähe und in einer regelmässigen Entfernung von $1\frac{1}{2}$ Zoll vor ihnen findet sich ein kleinerer Abdruck von einem Vorderfusse (Fig. 239). Bei jedem Paare der grossen und der kleinen Fusstapfen finden sich die grossen Zehen abwechselnd beide zur Linken oder beide zur Rechten.

Prof. Kaup hat für dieses unbekannte Thier den provisorischen Namen *Chirotherium* vorgeschlagen und er folgert, dass es ein vierfüssiges Säugethier aus der Zunft der *Marsupialia* oder Beutelthiere war. Bei dem Känguruh steht der erste Zeh des Vorderfusses ebenfalls schief zu den andern, wie der Daumen zu den übrigen Fingern der menschlichen Hand und die Verschiedenheit der Grösse zwischen Vorder- und Hinterfüssen ist ebenfalls bedeutend bei diesen Thieren. Lässt es sich beweisen, dass das Thier wirklich ein Beutelthier war, so gehören die Reste dem ältesten vierfüssigen Säugethier an, welches den Paläontologen je bekannt war.

Man fand übrigens in denselben Steinbrüchen noch Fusstapfen eines Reptils, wahrscheinlich einer Schildkröte; ferner auch Schildkrötenfusstapfen in den mächtigen bunten Sandsteinbrüchen von Corn Cockle Muir in der schottischen Grafschaft Dumfries, merkwürdige Fusstapfen von Vögeln *(Ornithichnites)* in mehrern Gegenden von Nordamerika, z. B. im bunten Sandsteine des Thales von Connecticut und ganz

Digitized by Google

neuerlich fanden sich in dem bunten Sandsteine bei Pölzig zwischen Ronneburg und Weissenfels in Sachsen Thierfährten, über deren Natur jedoch zur Zeit noch nichts bekannt ist.

Es ist nicht möglich, in Deutschland zwischen Keuper und buntem Sandstein eine scharfe Grenzlinie zu ziehen, obgleich sie dort nicht ganz arm an Versteinerungen sind, wenn nicht der Muschelkalk dazwischen auftritt. In England, wo dieser letztere ganz fehlt und wo in den Sandsteinschichten fast gar keine organischen Reste vorkommen, hat man daher gar keine Gewissheit, ob die Abtheilungen a und c der zu Anfang dieses Kapitels vorhandenen Tabelle wirklich mit dem deutschen Keuper und bunten Sandstein zusammenfallen.

Untere Abtheilung oder rother Sandstein. — Diese Abtheilung zeigt sich ebenfalls in Deutschland am besten entwickelt, indem sie sich zwischen das Steinkohlengebirge und den bunten Sandstein gelagert findet; wir wollen daher das dortige Vorkommen zuerst beschreiben.

Zechstein nennt man eine Kalksteinbildung von sehr verschiedenartigem Charakter, deren Hauptverbreitung sich in den Umgebungen des Harzes, des Thüringer Waldes, des Voigtländischen Schiefergebirges, in den Fulda- und Werragegenden, an der Ostseite des Westphälischen Schiefergebirges, bis nach dem Spessart und der Wetterau hin findet. Der Mansfelder Bergmann, der in dieser Formation seit Jahrhundert einen ergiebigen und musterhaften Bergbau auf silberhaltiges Kupfer betreibt, unterscheidet folgende Lager in derselben: Asche (zerreiblicher Mergel), Stinkstein, Rauch-

Digitized by Google

wacke (Dolomit), Zechstein und Kupferschiefer oder bituminösen Mergelschiefer, welcher wiederum aus mehrern einzelnen dünnen Lagen besteht und Kupferkies, Buntkupfererz und Kupferglanz fein und ungleichförmig eingesprengt enthält. Im Mansfeldschen ist der Kupferschiefer 8 bis 16 Zoll mächtig und bildet die unterste Schicht und auf ihm liegt der Zechstein, ein dichter dunkelfarbiger Kalkstein. Zu Thallitter und Stadtbergen im Hessischen liegen feine Streifen von gelblichgrauem Mergelschiefer mit eingesprengtem Malachit wohl 10 bis 30 Mal über einander zwischen den dünnen Schichten und sind also ganz mit ihm verbunden. Bei Camsdorf an der obern Saale liegt der bituminöse Mergelschiefer ganz im Zechstein, so dass die grösste Menge desselben bald darüber, bald darunter liegt. Die obern Schichten der Formation sind nicht so regelmässig und scheinen mehr lokale Einflüsse erlitten zu haben. Die Dolomit- und Gypsmassen haben oft eine solche Mächtigkeit, dass die andern Bildungen ganz zurücktreten; mit dem Gyps kommt Steinsalz vor, wie z. B. zu Artern in Thüringen. Auf dem Gyps und dem ihn begleitenden Mergel und Thon liegt gewöhnlich bituminöser Kalkstein (sogenannter Stinkstein). In der obern Abtheilung tritt häufig eine pulverförmigkörnige Masse auf, bestehend aus Kalksteinbruchstukken und Asche genannt. In dieser Abtheilung finden sich Massen von Spatheisenstein (Glimmerflötz bis Camsdorf, Stahlberg bei Schmalkalkalden) und mächtige Lager von Brauneisenstein (Camsdorf und Bieber im Hanauischen) verbunden mit dem Eisenkalkstein. Am Südrande des Harzes, zwischen Sachsa und Nord-

Digitized by Google

hausen, kommen die grössten Gypsmassen dieser Bildung vor, aber überall liegen Kalksteine dazwischen, jedoch so oft unterbrochen, dass es unmöglich ist, sie auf eine bestimmte Schichtenreihe zurück zu führen.

f. Rothliegendes nennt man die Bildungen von rothem Konglomerat und Sandstein, die zwischen dem Zechstein und der Steinkohlenformation liegen und die in Thüringen, so wie in mehrern andern Gegenden das Liegende des Kupferschiefers bilden. Am entwickeltesten zeigt sich die Formation an der Ostseite des Harzes. Die obersten Schichten bildet dort das sogenannte Weissliegende, welches unmittelbar in dem Zechstein liegt und in denselben übergeht; darunter liegt rother Schieferletten und thoniger feinkörniger Sandstein und dann ein Porphyrkonglomerat. Die Porphyrgeschiebe sind, was sehr bemerkenswerth ist, nicht immer den zunächst anstehenden Quarzporphyren des Saalkreises ähnlich und haben Wallnuss- bis Faustgrösse. Diese Schicht ist sehr regelmässig in der ganzen Gegend verbreitet und sonst finden sich in der ganzen Bildung gar keine Porphyrgeschiebe weiter. Bisweilen kommen mit ihr zusammen rothe, grünlich, gelblich, weisslich gestreifte Sandsteine von gleichförmig-rundem Korne vor.

In der mittlern Abtheilung der Formation treten mehrere schmale Kalksteinlager von rother und dunkel blaugrauer Farbe auf, mit Thonstein, Sandsteinschiefer und Breccien abwechselnd. — Die untere Abtheilung endlich wird durch ein Konglomerat charakterisirt, in welchem über faustgrosse Kugeln eines splitterigen, grauen, in Hornstein übergehenden Quar-

zes (sogenannter Hornquarz) liegen und dessen Bindemittel ein rother bröcklicher Thon ist. Nirgends in Norddeutschland ist eine Gebirgsart bekannt, welche diesen Massen gleicht und welche sie geliefert haben könnte, wogegen am Thüringer Walde die Geschiebe überall den zunächst anstehenden Felsarten gleichen. Eine regelmässige Schichtenfolge ist in dieser untern Abtheilung, deren tiefste Glieder aus Sandsteinschiefer, Breccien und Schieferletten bestehen, nicht wahrnehmbar. Die Verbindung des Rothliegenden mit den Porphyren bei Ilfeld am Südrande des Harzes, so wie bei Wettin und Löbejün unweit Halle und am Thüringer Walde, macht es übrigens sehr schwierig, die Verhältnisse dieser ganzen Bildung völlig zu übersehen.

In dem südwestlichen England ist die untere Abtheilung der rothen Sandsteingruppe der Steinkohlenformation ungleichförmig aufgelagert (siehe Fig. 232); allein in dem nordöstlichen England ist dies nicht der Fall, sondern Steinkohlen und Magnesiakalkstein verhalten sich gleichförmig und gehen in einander über. Es kann daraus gefolgert werden, dass die Bewegungen, welche im Südwesten der Insel die Steinkohlenschichten vor dem Absatz des rothen Sandsteins verwarfen, sich nicht bis nach Durham und die noch nördlichern Gegenden ausdehnten.

In der Nähe von Bristol in Sommerset und in andern Grafschaften, an dem Severn, bestehen die ungleichförmigen Lager des untern rothen Sandsteins, welche unmittelbar auf der Kohlenformation liegen, aus einem dolomitischen Konglomerat, weil die Geschiebe der ältern Ge-

Digitized by Google

steine durch ein Bindemittel von Magnesiakalkstein vereinigt sind. Unter den Geschieben rühren manche von der Steinkohlenformation her, besonders von dem Kohlenkalkstein, dessen eigenthümliche Versteinerungen in manchen der grössern Geschieben wahrzunehmen sind. Im nordöstlichen England wird das dolomitische Konglomerat durch einen gelben Kalkstein, gewöhnlich Magnesiakalkstein genannt, ersetzt, der nach oben hin in Mergelschiefer und nach unten zu in rothen Mergel und Gyps übergeht. In den dazwischen liegenden Grafschaften von Worchestershire, Staffordshire und Shropshire finden sich Konglomerate von demselben Alter, die jedoch kalkig, kaum ohne Talkgehalt sind. Zwischen diesen Konglomeraten und der Steinkohlenformation findet sich der „untere neue rothe Sandstein," oder unser Rothliegendes, bestehend aus Sandstein, rothem Schiefer und Mergel, zuweilen grün gefleckt.

Betrachten wir die Versteinerungen des englischen Magnesiakalksteins oder des correspondirenden deutschen Zechsteins, so finden wir, dass sie sich in ihren Charakteren weit mehr den organischen Resten der ältern Kohlengruppe als denen der obern Abtheilung der rothen Sandsteingruppe nähern. So finden sich z. B. die beiden Muschelgeschlechter, *Producta* und *Spirifer* (Fig. 240 und 241), aus der Brachiopodenfamilie, sowohl im Zechstein, als auch in der Steinkohlenformation und in den primären versteinerungsführenden Schichten, haben sich aber nie in irgend einer Felsart über dem Zechsteine gefunden. Auch kommen in der untern Abtheilung der rothen Sandsteingruppe in Deutschland und England einige Fische vor, die sich auch.

Digitized by Google

in der Steinkohlengruppe, nie aber in Schichten über dem Zechsteine finden, selbst nicht im Muschelkalke.

Das Geschlecht *Palaeoniscus, Agas (Palaeothrissum, Blaino)* — Fig. 242 — ist das schlagendste Beispiel, da sich drei Species in England in dem Mergelschiefer, unmittelbar unter dem Magnesiakalkstein und drei andere verschiedene, aber verwandte Species in dem Mergelschiefer des deutschen Zechsteins gefunden haben.

Dr. Agassiz machte zuerst die Bemerkung, dass alle Knochenfische des Zechsteins und der ältern Formationen das Rückgrat bis in die obere längere Hälfte der Schwanzflosse ausgedehnt haben (siehe Fig. 242), wogegen die in den Schichten, welche neuer als der Zechstein sind, vorkommenden Fische, Schwanzflossen mit zwei gleichen Hälften und keine bis in dieselben reichenden Rückenwirbel haben.

Neuerlich sind die Reste von wenigstens zwei Sauriern, neuen Geschlechtern angehörig, in dem dolomitischen Konglomerat bei Bristol in England gefunden worden. Sie gehören zu dem Iguana und Monitor und sind die ältesten Beispiele von fossilen Reptilien, die sich bis jetzt in Grossbritannien gefunden haben. Auf dem Festlande von Europa ist der deutsche Zechstein ebenfalls das älteste Gestein, in welchem Saurierreste gefunden worden sind. Sie sollen einem *Protorosaurus* genannten Geschlecht angehören, welches auch dem Monitor verwandt ist.

Die oben erwähnte Aehnlichkeit zwischen den Versteinerungen der untern rothen Sandsteingruppe und denen der Kohle ist aber nicht allein auf Mollusken, Fische und Reptilien be-

Digitized by Google

schränkt, sondern dehnt sich auch auf die *Crinoidea* oder Steinlilien aus. So findet sich z. B. eine Species, *Cyathocrinites planus* (Fig. 243) sowohl im Magnesiakalkstein von Durham, als auch im Bergkalk von Bristol.

Entstehung der rothen Sandsteingruppe. — Der Sandstein und Mergel, welche hinsichtlich der Mächtigkeit den bedeutendsten Theil beider Abtheilungen von dieser Gruppe in Deutschland und auch in England bilden, mögen grösstentheils aus einer Zerstörung verschiedener krystallinischer und metamorphischer Schiefer und in manchen Gegenden, wie z. B. in Thüringen und in Devonshire, aus porphyrartigen Trappgesteinen, die viel Eisenoxyd enthalten, entstanden seyn. In einigen Gegenden der östlichen Grampians in Schottland, so wie im nördlichen Forfarshire, sind die aus Gneis, Glimmer- und Thonschiefer bestehenden Gebirgsabhänge mit Alluvium oder Schuttmassen bedeckt, die von der Zerstörung dieser Gesteine herrühren, und es sind diese Massen von Eisenoxyd eben so wie der alte rothe Sandstein der benachbarten niedern Gegenden gefärbt. Nun braucht dieses Alluvium blos in das Meer, oder in einen See geführt zu werden, um rothen Sandstein und rothen Mergel, ähnlich denen des alten rothen Sandsteins, des rothen oder bunten Sandsteins, des Keupers, oder der Kreideformation in Spanien, von denen wir im 15. Kapitel redeten, oder denen von tertiärer Entstehung, wie zu Coudes und Champheix in der Auvergne, die in ihrem lithologischen Charakter fast gar nicht von einander zu unterscheiden sind, geführt zu werden. Die Gneisgeschiebe in dem tertiären rothen Sandstein in der Auvergne weisen

Digitized by Google

die Gesteine, von denen jene entlehnt worden sind, deutlich nach. Die rothe färbende Substanz mag von der Zersetzung der Hornblende oder des Glimmers, welche viel Eisenoxyd enthalten (siehe Kapitel 7), herrühren.

Es ist eine allgemeine, jedoch noch nicht erklärte Thatsache, dass in den geschichteten Felsarten, in denen viel Eisenoxyd vorkommt, kaum ein fossiler Rest erhalten ist, denn fast sämmtliche Versteinerungen dieser Gruppe finden sich in den grauen und gewöhnlich in den Kalksteinschichten.

Zwanzigstes Kapitel.

Die Kohlengruppe.

Die nächste Gruppe, zu welcher wir nun in absteigender Ordnung gelangen, ist die kohlenführende, gewöhnlich die Kohlengruppe oder das Steinkohlengebirge genannt, weil viele Lager oder Flötze dieses Minerals von einer mehr oder weniger reinen Beschaffenheit dem Sandstein, Schieferthon und Kalkstein, welche die Hauptmasse der Formation bilden, eingelagert sind. Die Steinkohlen selbst bilden, sogar in England und in Belgien, wo sie am häufigsten vorkommen, nur einen kleinen Theil der ganzen Masse. So ist z. B. im nördlichen England die Gesammtmächtigkeit der kohlenführenden Schichten auf 3000 Fuss angegeben, während die ver-

Digitized by Google

schiedenen 20 oder 30 in der Anzahl betragenden Kohlenschichten nicht 60 Fuss übersteigen.

Im südwestlichen England, in Sommersetshire und in Südwales bestehen die kohlenführenden Reihen: 1) aus den Kohlenflötzen *(Coal-measures)*, d. h. aus Schichten von Schieferthon und Sandstein mit zwischenliegenden Kohlenflötzen. Die Mächtigkeit dieser Abtheilung beträgt 600 Fuss. — 2) Kohlensandstein *(Millstone grit* — wörtlich Mühlsteinsandstein —), ein grobkörniger, quarziger Sandstein, in Konglomerat übergehend, das zuweilen als Mühlstein angewendet wird (woher der englische Name), er führt keine Kohlenflötze; die Mächtigkeit dieser Abtheilung beträgt zuweilen 600 Fuss. — 3) Berg- oder Kohlenkalkstein, ein Kalkstein mit Meeresmuscheln und Korallen, ohne Kohlenflötze; Mächtigkeit verschieden, zuweilen 900 Fuss.

Unter allen diesen Schichten findet sich der alte rothe Sandstein, der früher als ein Theil der Kohlengruppe angesehen wurde, der aber, nachdem man seine organischen Reste besser kennen gelernt hat, Ansprüche auf den Rang einer eigenthümlichen Formation hat.

Wenden wir uns von Südwales und Sommersethire mehr nordwärts nach Yorkshire und die noch nördlichern Grafschaften, so finden wir, dass die Kohlengruppe nach und nach einen neuen Charakter anzunehmen beginnt, indem zuerst eine geringe Vermengung der Kohlenflötze und des Bergkalksteins an ihrer Grenze stattfindet, welche Wechsellagerungen alsdann nach dem grössern Maasstabe vorkommen. In Yorkshire hören die Kohlen auch im Kohlensandstein nicht auf, obgleich sie in demselben in gerin-

Digitized by Google

gerer Quantität vorkommen. Unter diesem Sandsteine findet sich eine 1000 Fuss mächtige vereinigte Ablagerung von Kalkstein, wechsellagernd mit kohlenführendem Sandstein und Schieferthon, unter denen die grossen Bergkalksteinmassen folgen. In Schottland finden wir eine noch grössere Abweichung von dem Typus im südlichen England, indem die Vereinigung von Meereskalkstein mit Sandstein und Schieferthon, welche Kohlenflötze enthalten, noch vollkommener ist.

Die Wichtigkeit der Steinkohlenformation in England in technischer und ökonomischer Beziehung wird noch dadurch erhöht, dass in dem Schieferthon reiche Eisenerz- (Sphärosiderit-) Lager vorkommen und dass der im Liegenden auftretende Bergkalkstein als Zuschlag zur Reduktion der Erze zu Metall angewendet wird.

Im nördlichen Frankreich und in Belgien streicht die Kohlengruppe von ONO. nach WSW., von Aachen bis jenseits Valenciennes. Zwischen Lüttich und Chaude Fontaine wechsellagern das Kohlengebirge und der Kohlenkalkstein an ihren Grenzen mit einander. Bei Lüttich finden sich 83 Flötze über einander. Im Allgemeinen ist die Grenzlinie zwischen dem eigentlichen Kohlengebirge und dem Kohlenkalkstein, besonders in der Gegend von Aachen und Eschweiler sehr scharf. In dem westphälischen Steinkohlengebirge, welches am Nordrande des mächtigen Schiefergebirges von Mühlheim an der Ruhr bis südwestlich von Unna auftritt, erscheint der Kohlensandstein, dort flötzleerer oder rauher Sandstein genannt, sehr untergeordnet, oder wird nur durch einen unmittelbar auf dem Kohlenkalkstein liegenden Alaunschiefer bezeichnet, welches auch an manchen Punkten bei Huy und

Digitized by Google

Lüttich in Belgien der Fall ist. Zwischen Namur und Huy liegen Kohlenflötze selbst unmittelbar auf dem Kalkstein. Nördlich von Elberfeld ist der Kohlensandstein schon mehr entwikkelt und es kommen sehr mächtige Konglomeratlager darin vor. Unmittelbar über dem Kohlenkalkstein liegt eine aus sehr verschiedenartigen Gesteinen bestehende Schichtenfolge, dem untern Schiefer *(Lowershale)* in England analog und in der Nähe von Arensberg, Meschede und Warstein eine grosse Mächtigkeit erlangend. Alten rothen Sandstein hat man bis jetzt in Westphalen noch nicht gefunden, sondern der sehr mächtige Kohlensandstein ruht unmittelbar auf Grauwacke und Thonschiefer. In Belgien ist vielleicht das bisher zu der letztern Formation gerechnete rothe Konglomerat als alter rother Sandstein zu betrachten. — Das Steinkohlengebirge von Ibbenbühren zwischen Osnabrück und Rhemi ist als ein abgerissenes Stück des grossen westphälischen Steinkohlengebirges anzusehen.

Südwestlich von dem rheinischen Schiefergebirge und auf diesem oder auf Trappmassen ruhend, erscheint das Steinkohlengebirge von Saarbrück, besonders wegen der Entwickelung seiner obern Theile interessant, die einen Uebergang ins Rothliegende bilden. Die Kohlenflötze des obern Theils von dem Kohlengebirge, die in bedeutender Entfernung von einander vorkommen, wechsellagern mit Schichten von rothem Sandstein, der an manchen Punkten mit dem Rothliegenden im Mansfeldschen nicht zu unterscheiden ist. Er wechsellagert wiederum mit dünnen Schichten von Kalkstein, Dolomit und Schieferthon und enthält Lagen von Nieren mit

Digitized by Google

Fisch- und Farrenabdrücken, wie sie in den untern Kohlenflötzen vorkommen.

In Mittelfrankreich ruht das Steinkohlengebirge unmittelbar auf Granit, Gneis, Glimmerschiefer etc., ohne dass Kohlenkalkstein, oder Kohlensandstein dazwischen liegen.

In Oberschlesien ist das Steinkohlengebirge bei Hultschin an der Oder auf Grauwacke abgelagert, Kohlenkalkstein und alter rother Sandstein fehlen; jener tritt aber am östlichen Ende der Formation in den Felsenthälern der Kzerna Szklary und bei Debnik als ein schwarzer Kalkstein, oder bei Miekina und Filipowice als ein Kalkkonglomerat auf.

In Niederschlesien, bei Neurode und Waldenburg, so wie zwischen Schatzlar und Nachod in Böhmen ist das Steinkohlengebirge dem rothen Sandstein eingelagert. Dieser und mit ihm Konglomerat liegen auf Grauwacke mit abweichender Schichtenstellung. An andern Punkten dagegen, nördlich von Schatzlar, über Liebau und Landshut hinaus, bis in die Nähe von Waldenburg, liegt das Kohlengebirge unmittelbar auf Grauwacke.

Bei Wettin und Löbejün unweit Halle an der Saale scheint das Steinkohlengebirge ebenfalls dem Rothliegenden untergeordnet zu seyn. Die ganze Gebirgsmasse erscheint dort in drei Abtheilungen: — 1. Die unterste, bestehend aus rothem Sandstein mit Schieferthon, schiefrigem Sandstein und Konglomerat, 500 Fuss mächtig und wahrscheinlich dem englischen alten rothen Sandstein äquivalent. 2) Die mittlere Abtheilung, Kohlenkalkstein und Steinkohlengebirge mit Sandstein, Schieferthon und Kohlenflötzen, 250 Fuss mächtig. 3) Die obere Abtheilung,

bestehend aus Rothliegendem mit Schieferthon, Konglomerat und Porphyrbreccie, 2600 Fuss mächtig. Alle Abtheilungen verhalten sich gleichförmig zu einander; allein da die Kohlenflötze stets zwischen zwei verschiedene Arten von Porphyr eingekeilt und überaus gestört und unregelmässig vorkommen, so ist die genaue Beobachtung dieser Verhältnisse sehr schwierig.

Es ist jetzt allgemein angenommen, dass alle Steinkohlen vegetabilischer Entstehung sind, indem die Pflanzenstruktur in manchen Steinkohlenarten noch erkennbar ist, wenn dünne Plättchen, welche das Licht durchlassen, unter dem Mikroskop untersucht werden. Auch finden sich in dem Kohlensandstein und Schieferthon sehr häufig Pflanzenabdrücke und ganze Baumstämme und endlich kommen in Nieren von thonigem Sphärosiderit Blätter, Früchte und kleine Zweige vor, welche den Kern bilden, um den sich die eisenhaltige Substanz, ursprünglich kohlensaures Eisen oder Spatheisenstein, zusammengezogen hat. Einige von den Kohlenflötzen sind von Süsswasserentstehung und mögen in Seen gebildet worden seyn, andere dagegen wurden in Buchten oder in Flussmündungen abgesetzt, die in gewissen Zeiträumen abwechselnd mit süssem und mit Salzwasser angefüllt waren.

So hat Herr Murchison eine Süsswasserbildung als das jüngste Glied der Kohlengruppe bei Shrewsbury nachgewiesen, in dem sie auf der Grenze mit dem rothen Sandsteine vorkommt. Das Kohlengebirge besteht aus ungefähr 150 Fuss mächtigen Schichten von Schieferthon und Sandstein mit Kohlenflötzen und mit Spuren von Pflanzen. In dieser Formation kommt ein 2 bis 9 Fuss starkes Lager von einem bla-

Digitized by Google

sigen Kalkstein vor, welcher dem Sumpfkalkstein in Frankreich und Deutschland gleicht. Das Lager ist auf 30 englische (6½ deutsche) Meilen Erstreckung in gerader Linie verfolgt und an mehrern entfernten Punkten erkannt. Die charakteristischen Versteinerungen sind eine kleine zweischalige Muschel von der Gestalt der *Cyclas*, eine kleine *Cypris* (Fig. 245) und eine mikroskopische Muschel (*Microchonchus*) — Fig. 244 — von einem erloschenen Geschlecht.

Allein in den untern oder liegenden Steinkohlenflötzen von Coalbrook Dale, nordwestlich von Birmingham, wechseln die Schichten häufig ganz vollständig innerhalb sehr geringer Strekken, indem Sandsteinlager in horizontaler Richtung in Thon und Thonlager in Sandstein übergehen. Die Kohlenflötze keilen sich oft aus und verschwinden und Durchschnitte an sehr nahe an einander liegenden Punkten zeigen sehr bestimmte lithologische Unterschiede. In diesem merkwürdigen Steinkohlengebirge, in welchem die Schichten 700 bis 800 Fuss Mächtigkeit erreichen, sind zwischen 40 und 50 Species von Landpflanzen und ausserdem mehrere Fische und Trilobiten, letztere jedoch in der Form verschieden von den in den silurischen Schichten vorkommenden und endlich auch bis 40 Species von Mollusken gefunden worden, unter denen drei oder vier von dem Süsswassergeschlecht *Unio* und andere von Meeresformen, wie *Nautilus*, *Orthoceras*, *Spirifer* und *Productus*. Man hat daher die Behauptung aufgestellt, dass das Zusammenvorkommen von Schichten mit Süsswassermuscheln mit andern, welche mit Meeresresten erfüllt sind und die Wechsellagerung von grobkörnigem Sandstein und Konglomerat mit Schichten von feinem

Digitized by Google

Thon und Schiefer, welche Pflanzenreste umschliessen, durch die Annahme erklärt werden dürfe, dass die Bildung von Coalbrook Dale in einem Meerbusen oder in einer Bucht vor sich ging, in welche ein bedeutender Strom seine süssen Gewässer ergoss.

In dem Edinburger Steinkohlengebirge wurden zu Burdiehouse fossile Fische, Mollusken und Cypris, denen in Shropshire und Staffordshire sehr ähnlich, gefunden. Im yorkshirer Steinkohlengebirge finden sich Süsswasserschichten, von denen einige Muscheln aus dem Geschlecht *Unio* enthalten; allein in der Mitte der Formation erscheint eine dünne, aber sehr weit verbreitete Schicht, in der sehr viel Meeresmuscheln, wie *Ammonites Listeri* (Fig. 246), *Orthoceras, Pecten papyraceus* (Fig. 247) und verschiedene Fische vorkommen.

In dem benachbarten Steinkohlengebirge von Newcastle sind keine ähnlichen eingelagerten Schichten mit Meeresmuscheln beobachtet worden, indem dort, wie in Südwales und Somersetshire, die Meeresniederschläge gänzlich unter denen vorkommen, welche Land- und Süsswasserreste enthalten.

Knochen von Säugethieren und Reptilien sind bis jetzt noch nicht in den Schichten der Kohlengruppe vorgekommen. Dagegen finden sich sehr viel Fische, die in ihrer Organisation gewöhnlich sehr entfernt von jetzt lebenden sind und hauptsächlich der Familie der *Sauroide* von Agassiz angehören, wie z. B. *Megalichthys, Holopthychus* und andere, die oft von bedeutender Grösse und alle Raubfische waren. Ihre Osteologie erinnert uns in mancher Beziehung an die Skelete der Saurier, sowohl wegen der

Digitized by Google

dichten Knochennaht des Schädels, als auch wegen der grossen konischen, der Länge nach gestreiften Zähne (Fig. 248), wegen der Gliederungen der stachligen Auswüchse mit den Rükkenwirbeln und wegen anderer Charaktere. Dennoch bilden sie keine Uebergangsfamilie zwischen Fischen und Reptilien, sondern sind wirkliche Fische.

Fig. 248 ist ein grosser Zahn von *Megalichtys*, der in der Cannelkohle von Fifeshire vorgekommen ist. Der Fisch bewohnte wahrscheinlich eine Bucht und besuchte sowohl die Flussmündungen, als auch das Meer.

Fossile Pflanzen der Steinkohle. — Den interessantesten Theil von der Paläontologie der Steinkohlenformation bildet deren Flora, die wir auch weit besser kennen, als jede andere vor der tertiären Periode. Hr. Ad. Brongniart zählt ungefähr 300 Species von Landpflanzen als den Steinkohlen eigenthümlich auf; allein bei Bestimmung der natürlichen Verwandtschaften dieser Versteinerungen haben die Botaniker die grössten Schwierigkeiten gefunden, indem man bei ihnen nur höchst selten irgend eine Spur von Blüthe, Samen oder Frucht entdeckte, welche Organe die zweckmässigsten Kennzeichen zur Klassifikation lebender Pflanzen gewähren. Sie waren daher, um eine unmittelbare Vergleichung zwischen analogen Theilen lebender und fossiler Pflanzen anstellen zu können, genöthigt, die verschiedenen Formen der Borke bei jenen, ferner die verschiedenen Arten der Verzweigungen, das Gefüge des Holzes, die Rippen der Blätter und andere Eigenthümlichkeiten der Pflanzenstruktur weit genauer zu studiren.

Digitized by Google

Die gewöhnlichsten dieser Pflanzenreste können vorläufig auf folgende Weise klassificirt werden: — 1) Farren und Sigillarien; 2) *Lepidodendra*, die den Lycododiaceen verwandt sind? 3) Calamiten, den Equisetaceen verwandt? 4) Coniferen; 5) *Stigmariae*, dem Anschein nach eine erloschene Pflanzenfamilie.

Farren und Sigillarien. — Die Blätter oder eigentlich die Strünke der Farrenkräuter oder Fahren (siehe Fig. 249 und 250), denen gewöhnlich die Fruchtorgane fehlen, übertreffen in der Anzahl alle übrigen in dem Schieferthone der Steinkohlenformation gefundenen Pflanzen. Ad. Brongniart hat sie in Geschlechter getheilt, welche hauptsächlich durch die Verzweigungen der Strünke, so wie durch die Art und Weise der Einrichtung der Blattrippen charakterisirt werden. Diese Strünke sind oft von grossen gestreiften Baumstämmen begleitet, welche niedergedrückt und breit gequetscht, wenn sie in dem Schieferthon liegen und die breit gedrückten Seiten den Schichtungsebenen parallel sind, die aber rund und nicht zusammengedrückt worden sind, wenn sie in dem Schieferthon vorkommen und in schiefer oder senkrechter Richtung zu den Schichtungsebenen stehen. Die Borke oder Rinde ist in Steinkohle verwandelt und der Stamm muss, weil er niederfiel, hohl gewesen seyn, denn das Innere wurde nicht allein mit Sand, sondern auch mit Blättern und Zweigen von Farren, die von oben herein geführt worden, angefüllt. Abdrücke dieser Strünke sind jetzt häufig in den Sandsteinsäulen, welche als die Abdrücke oder Abgüsse des Innern dieser alten Bäume anzusehen sind. Die meisten von diesen Stämmen sind *Sigillariae* ge-

Digitized by Google

nannt worden. Ihr Durchmesser beträgt ½ bis 5 Fuss und ihre Höhe muss zuweilen 40 bis 50 Fuss betragen haben.

Alle Botaniker stimmen darin überein, dass manche von diesen riesigen Stämmen, welche von Brongniart zu seinem Geschlecht *Sigillaria* gerechnet worden sind, wirkliche baumartige Farren waren, wie z. B. das in Fig. 251 abgebildete Bruchstück, welches von Lindley und Hutton *Caulopteris* genannt worden ist. Allein diese sind verhältnissmässig selten, wogegen von der andern, in Fig. 252 abgebildeten Art mehr als 40 Species beschrieben worden sind. Bei diesen sind die Narben an den Stämmen kleiner, aber regelmässiger und in parallelen Reihen auf der geriffelten Rinde vorhanden.

Die neuen Baumfarren, von denen einige Species in den Figg. 253, 254 und 255 abgebildet worden sind, gehören alle einer Zunft *(Polypodiaceae)* und einer kleinen Anzahl von Geschlechtern an, bei denen allen die Oberfläche des Stammes mit Blattnarben, die nach dem Abfallen der Strünke zurückblieben, bedeckt ist. Diese Narben sind genau eben so wie bei *Caulopteris* (Fig. 251); allein Herr Lindley macht gegen die Meinung, dass alle *Sigillariae Brongniarts* Baumfarren seyen, den Einwurf, dass die Narben derselben kleiner, von anderer Form und regelmässiger, in parallelen Linien an einander gereiht seyen; auch dass die Stämme cannelirt (siehe Fig. 252) und zuweilen in eine Verzweigung ausliefen. Herr Brongniart erwiedert darauf, dass diese Verzweigung der Stämme mancher von den fossilen Bäumen eine ganz natürliche Folge ihrer bedeutenden Grösse sey, und was die Gestalt der Blattnarben betreffe,

Digitized by Google

von denen die Strünke ausgefallen, so seyen ihre individuellen Verschiedenheiten nicht grösser, als die bei den Strünken verschiedener Geschlechter lebender Farren sich zeigenden, welche bei dem jetzigen Zustande des Erdkörpers die Grösse von Bäumen nicht erreichen.

Lepidodendra. — Eine andere Klasse fossiler Pflanzen, die sehr häufig in dem Schieferthon der Steinkohlenformation vorkommen, ist *Lepidodendron* (Schuppenbaum) genannt worden. In den Figg. 256 bis 258 ist *L. Sternbergi* abgebildet. Einige der Pflanzen dieses Geschlechts sind von geringer Grösse und nähern sich in der Form dem *Lycopodium*, während andere weit grösser und ein Mittelglied zwischen diesem und den Coniferen zu bilden scheinen. Fig. 256, 257 und 258 stellen ein grosses fossiles *Lepidodendron* von 49 Fuss Länge dar, welches neuerlich in der Jarrowsteinkohlengrube bei Newcastle, parallel mit den Schichtungsebenen im Schieferthon liegend, gefunden worden ist. Bruchstücke von andern, die in demselben Schieferthon vorgekommen, beweisen durch die Grösse der rhomboidalen Narben, welche sie bedecken, eine noch bedeutendere Grösse. Die lebenden Lycopodiaceen, von denen es ungefähr 200 Species gibt, finden sich sehr häufig in tropischen Klimaten, wo zuweilen eine Species vorkommt, die eine Höhe von 3 Fuss erreicht. Gewöhnlich kriechen sie am Boden und nur einige stehen aufrecht, wie z. B. *L. densum* von Neuseeland (Fig. 259).

Calamites. — Diese fossilen Pflanzen haben einen gegliederten und in der Länge gestreiften Stamm und werden von Brongniart den Equisetaceen beigezählt. Dies sind Was-

serpflanzen, die im lebenden Zustande (Schachtelhalme) in unsern Klimaten nur 2 bis 3 Fuss hoch werden und selbst in den Tropen erreichen sie nur, wie das von Humboldt und Bonpland in Südamerika gefundene *Equisetum giganteum*, eine Höhe von ungefähr 5 Fuss, bei einem Durchmesser des Stammes von 1 Zoll. Die *Calamites* der Steinkohlen unterscheiden sich aber von jenen hauptsächlich dadurch, dass sie mit einer dünnen Rinde versehen, welche der in Fig. 261 abgebildete Stamm von *C. Suckowii* zeigt und auf welcher Figur man wahrnehmen wird, dass das gestreifte äussere Muster mit dem auf dem Stein, von welchem die Borke entfernt ist, zurückgebliebenen nicht übereinstimmt. Sieht man daher beide Abdrücke getrennt, so kann man denken, sie gehörten verschiedenen Species an.

Coniferä. — Die Holztextur gewisser Kohlenpflanzen zeigt eine so grosse Analogie mit gewissen Species des Geschlechts *Araucaria*, dass man zu der Ansicht geführt wird, es haben zu jener Periode einige Fichtenspecies existirt. (S. Kap. 4.)

Stigmaria (Narbenstrunk). — Bruchstücke einer *Stigmaria ficoides* (Fig. 262) genannten Pflanze kommen in grosser Anzahl in fast jedem Steinkohlenbergwerke vor. Man nimmt an, dass sie eine riesige Wasserpflanze von einer erloschenen Familie war. Dünne durchsichtige Schnitte des Stammes zeigen eine anatomische Struktur, die von der des Holzes jedes lebenden Baums verschieden ist. Nach den Folgerungen einiger Botaniker näherte sich diese Pflanze noch am meisten der Familie *Lycopodiaceae*, nach andern der der *Euphorbiaceae*.

Digitized by Google

Herr Hutton fand eine von diesen Stigmarien, die eine ungeheure kuppelförmige Masse bildete, von der horizontale Zweige nach allen Richtungen ausliefen, von denen sich jeder gewöhnlich in zwei Arme theilte, die 20 bis 30 Fuss lang sind und an denen sehr lange Blätter sassen. Wahrscheinlich wuchsen diese Pflanzen in Sümpfen oder schwammen, wie die neuen *Stratiotes*, in Seen.

Einige Bemerkungen über das Klima der Steinkohlenperiode, welche aus der Betrachtung von deren Flora folgen, machen wir erst im nächsten Kapitel, nachdem wir zuvörderst etwas über den gleichzeitigen Bergkalk und seine Meeresversteinerungen gesagt haben.

Einundzwanzigstes Kapitel.

Kohlengruppe, Fortsetzung, und alter rother Sandstein.

Kohlen- oder Bergkalkstein. — Wir haben bereits weiter oben gesehen, dass diese Felsart zuweilen gänzlich unter dem eigentlichen Steinkohlengebirge liegt, während sie in andern Gegenden mit dem Kohlensandstein und Schieferthon wechsellagert. — In beiden Fällen fehlen dem Kalkstein Landpflanzen, er enthält aber gewöhnlich Korallen, die oft eine bedeutende Grösse haben. Manche Species derselben gehören zu der lamellenförmigen Klasse Lamark's,

Digitized by Google

welche sehr bedeutend in die Struktur der jetzt wachsenden Korallenriffe eingehen. Es finden sich auch, zusammen mit den oben erwähnten Zoophyten, eine grosse Menge von *Crinoidea* und wenige *Echinida*. Die Brachiopoden bilden einen bedeutenden Theil der Mollusken und viele Species gehören den beiden erloschenen Geschlechtern *Spirifer* (oder *Spirifera*) — Fig. 264 — und *Producta* (Fig. 265) an. Es finden sich auch manche ein- und zweischalige Muscheln noch existirender Geschlechter in dem Bergkalk, wie *Turritella*, *Buccinum*, *Patella*, *Isocardia*, *Nucula* und *Pecten*. Allein die Cephalopoden entfernen sich im Allgemeinen weiter von den lebenden Formen, indem einige generisch von allen denen verschieden sind, die sich in Schichten neuer, als die Kohle gefunden haben. Dazu gehört auch *Orthoceras*, eine mit Siphunkulus und Kammern versehene Muschel, gleich dem Nautilus ungewunden und gerade. Einige Species dieses Geschlechts sind mehrere Fuss lang (Fig. 266 und 267). Die Goniatiten bilden ein anderes, den Ammoniten nahe stehendes Geschlecht, welches sich dadurch unterscheidet, dass die Loben gänzlich ohne Zähne oder symmetrische Einschnitte an den Seiten sind, so dass der Umriss der Loben zusammenhängend und ohne Unterbrechung ist (siehe a, Fig. 268). Der Siphunkel ist klein und in der Form der Streifen des Wachsthums gleichen sie den *Nautilis*. Eine andere erloschene generische Form von Cephalopoden, die in dem Bergkalk häufig vorkommen, in jüngern Schichten aber nicht gefunden werden, ist der *Bellorophon* (Fig. 269), dessen Muschel gleich der des lebenden Argonauten ungekammert war.

Digitized by Google

Klima der Kohlenperiode. — Die Menge der lamellenförmigen und andern Korallen, der grossen gekammerten Cephalopoden und Crinoideen führt uns natürlich zu der Folgerung, dass das Meerwasser zu jener Periode eine höhere und gleichförmigere Temperatur hatte, als es jetzt in denjenigen Breiten der Fall ist, in denen die Steinkohlengebirge Europas vorkommen. Eine ähnliche Folgerung hat Herr Ad. Brongniart durch Betrachtungen der Steinkohlenflora auf die Temperatur der Luft gemacht. Das bestimmte Vorkommen grosser Baumfarren, wie *Caulopteris* (Fig. 251), welche jetzt nur ausschliesslich in heissen und feuchten Klimaten wachsen, so wie die grosse Verschiedenheit der fossilen Farrenstrünke in der Steinkohle, bestätigen diese Meinung, selbst wenn wir die Gründe zuzugeben verweigern, welche zum Beweise, dass *Sigillariae* Baumfarren von erloschenen Geschlechtern waren, angeführt worden. Dieselben Ansichten erlangen noch mehr Haltbarkeit, wenn die *Lepidodendra* und *Calamites* als riesenartige Pflanzen aus den Ordnungen *Lycopodiaceae* und *Equisetaceae* angesehen werden, die, obwohl noch jetzt in der tropischen Zone bedeutend entwickelt, dennoch auch dort nur von zwerghafter Statur im Vergleich zu den angeführten fossilen Arten sind. Eben so bilden die *Araucaria* eine Fichtenfamilie, welche jetzt in gemässigten und warmen Breiten vorkommt; wogegen die in den Wäldern der arktischen Zonen einheimische Tanne keinen Repräsentanten in der Steinkohlenformation zu haben scheint. Herr Ad. Brongniart mag bei seinem Versuche, die grosse Hitze und Feuchtigkeit des fraglichen Zeitraums zu bestätigen, viel-

Digitized by Google

leicht zu viel auf das numerische Uebergewicht der Farren über andere Ordnungen der Steinkohlenpflanzen gebaut haben. Man kann aber durch solche Folgerungen leicht hintergangen werden, da sie auf negativen Thatsachen, oder auf dem Nichtvorhandenseyn von Pflanzen gewisser Ordnungen, Familien und Geschlechter begründet sind. Prof. Lindley bemerkt in dieser Beziehung, dass die geringe Verschiedenheit in den Formen einer jeden fossilen Flora in hohem Grade von der relativen Zerstörbarkeit der Pflanzen im Wasser, ehe sie von den Schichten umschlossen werden, abhänge. Um dies durch Versuche darzuthun, legte er in ein Gefäss mit süssem Wasser 177 Pflanzen, unter denen Species von allen den Ordnungen befindlich waren, die in der Flora der Steinkohlenformation vorkommen, indem die übrigen den Familien und natürlichen Ordnungen der jetzt lebenden Pflanzenschöpfung angehörten. Nach Verlauf von zwei Jahren waren alle verfault und verschwunden, ausgenommen die Farren, Palmen, Lycopodiaceen und Coniferen. Die Fruchtgefässe der Farren waren auch verschwunden, die Form und die Rippen der Blätter aber geblieben.

Uebrigens lässt sich vermittels dieser Versuche durchaus nicht die Thatsache von dem ungeheuren Uebergewicht der Farrenstrünke in dem Steinkohlenschieferthon über die Dicotyledonenpflanzen beweisen. Abdrücke der letztern nebst ihrem Holze finden sich in den tertiären Felsarten sehr häufig erhalten, wogegen Farren selten darin sind. Wären sie nun in eben so grosser Anzahl, als die letztern in die Buchten der Steinkohlenperiode geführt, so würden sie Abdrücke von ihrer Gestalt im Schieferthon und

Digitized by Google

Sandstein zurückgelassen haben, wie es in den neuern Formationen der Fall gewesen ist.

Es würde aber zu voreilig seyn, annehmen zu wollen, dass die Steinkohlenpflanzen im Allgemeinen ein oder zwei Jahr im Wasser umher schwammen, ehe sie in den mechanischen Niederschlägen begraben wurden. Wahrscheinlicher ist es, dass ein bedeutender Theil derselben unmittelbar mit dem Schlamm und Sand, der mit ihnen von Flüssen in Seen und ins Meer geführt, abgesetzt worden sey. Dies muss der Fall in denjenigen seltenen Fällen seyn, in denen die Farren noch ihre Feuchtigkeit zeigen. Wo diese verschwunden ist, mag ihre Zersetzung oft nach dem Einschluss des Strunkes in Sand und Schlamm erfolgt seyn.

Entstehung der Kohlenflötze. — Einzelne Theile der alten Kohlengruppe dehnen sich von Mitteleuropa bis nach der Melvilleinsel und bis zu den Grenzen der kalten Zone aus. Im südlichen Europa erscheint sie dagegen gar nicht, denn die südwärts von den Alpen und Pyrenäen, in Italien, Spanien, Griechenland und in andern Ländern am mittelländischen Meere vorkommenden Braun- und Steinkohlen gehören der Kreide und andern verhältnissmässig neuen Gruppen an.

Wir haben schon weiter oben bemerkt, dass in einigen Theilen Englands, wie in Shropshire, gewisse Steinkohlengebirge aus Süsswasserschichten bestehen und in Seen entstanden seyn müssen, während andere, nicht weit davon entfernte, in Buchten abgesetzt wurden, zu denen das Meer dann und wann Zutritt erlangte, und während eine dritte Klasse auf dem Boden des offenen Meeres, oder in Buchten von Salzwas-

Digitized by Google

ser, in welche Landpflanzen getrieben worden, gebildet wurde.

An einigen Punkten von Deutschland und Frankreich finden sich einzelne Kohlengebirge, die ganz frei von Meeresversteinerungen sind und die auf Granit und andern hypogenen Gesteinen ruhen. Sie sind oft nur auf eine sehr kleine Oberfläche beschränkt, wie zu St. Etienne im Loiredepartement, zu Brassac im Departement Puy-de-Dôme, zu Saarbrück in Niederschlesien und an hundert andern Orten. Alle diese Niederschläge mögen in Seen gebildet worden seyn, die auf Inseln in dem Meere vorhanden waren, in welchem der Bergkalkstein entstand.

Wenn das Klima von Neuseeland und das umgebende Meer wärmer wären, so dass Baumfarren auf dem Land üppiger wachsen und Korallen in dem Meere Riffe erbauen könnten, so dürften wir annehmen, dass sich an jenem Theile des Erdkörpers neue, den Kohlen analoge Schichten anhäufen würden. Die beiden Inseln von Neuseeland sind 800 bis 900 englische (170 bis 195 deutsche) Meilen lang und durch ihre Mitte zieht sich eine hohe Gebirgskette, die an einigen Punkten 14000 Fuss hoch und mit ewigem Schnee bedeckt seyn soll. Von ihren Abhängen fallen viele Flüsse herab und im Frühling führen dieselben sehr vielen Schutt, so wie eine Menge von Treibholz mit sich. An den Mündungen dieser Flüsse und in der Nähe der Küsten, wie sehr diese auch von der Einwirkung der Meereswogen zerstört werden mögen, muss sich in dem umgebenden Meer eine unregelmässige Zone von Grus, Sand und Schlamm bilden — eine Zone von mehrern tausend engl.

Digitized by Google

Meilen im Umkreise. Man hat bis jetzt bereits nicht weniger als 57 Species von Farren, von denen einige wenige baumartig sind, in jenem Lande gefunden und bemerkenswerth ist, dass eine von den letztern bis zum 46° südl. Breite reicht. Von eingebornen Säugethieren findet sich nur eine Ratte und eine Fledermaus und ausserdem zeigen sich einige Reptilien, unter denen jedoch kein grosses, so dass wir daher in den neuern Sumpf- und Buchtablagerungen jener Gegend einen gänzlichen Mangel von Knochen von Landquadrupeden und das Vorkommen von nur wenigen Reptilien voraussetzen dürfen. Dass jetzt im Fortschreiten begriffene Sumpfbildungen vorhanden sind, ist gewiss, da im Innern der nördlichen Insel ein See, Rotorua genannt, vorhanden ist, der 40 engl. Meilen lang seyn soll und der die Gewässer mancher kleinen Flüsse und Bäche aufnimmt.

Die kleinen Wiederholungen der Wechsellagerung von Süsswasser- und Meeresschichten in der Steinkohlenformation sind solchen Veränderungen zugeschrieben, als jährlich in der Nähe der Flussmündungen vorkommen mögen, allein wenn Schieferthon und Sandstein mit Steinkohlen und Süsswassermuscheln von mächtigen Korallenfelsarten bedeckt werden und diese wiederum von andern Kohlenflötzen, so müssen wir grosse Hebungen und Senkungen, so wie die sind, durch welche wir in den Kapiteln 16 und 18 die Auflagerung der Kreide auf die Wealdformation, oder die Wechsellagerung von thonigen und kalkigen Gesteinen in der Oolitgruppe zu erklären suchten, annehmen. Bei solchen Ansichten müsseu wir lange Zeiträume gestatten, da die Mächtigkeit der Steinkohlenforma-

Digitized by Google

tion in gewissen Theilen von England auf 3000 Fuss geschätzt worden ist. Ausserdem können wir durchaus nicht annehmen, dass alle Steinkohlengebirge auf einmal im Werden begriffen waren und viel weniger noch, dass in demselben Gebirge jede parallele Schichtenmasse, oder die, welche ein correspondirendes Niveau einnimmt, gleichzeitig gebildet worden war. Weit wahrscheinlicher ist die Annahme, dass Flüsse zuerst einen Theil von einer Bucht, der dem Land am nächsten lag, ausfüllten und dann einen andern, so dass das Meer nach und nach von gewissen Räumen, die es vorher einnahm, ausgeschlossen war. Dies ist ohne Zweifel die Ursache, weshalb die kohlenführenden Schichten gewöhnlich die obersten und der Bergkalk den untersten Theil einer jeden Reihe bilden und warum in gewissen Gegenden des südwestlichen Englands der Bergkalk plötzlich aufhört, so dass Kohlensandstein und Schieferthon unmittelbar auf den ältern und ungleichförmigen Felsarten ruht.

Aufrechtstehende Stellung fossiler Bäume in den Steinkohlenschichten. — Eine grosse Anzahl fossiler, in der Steinkohlenformation vorkommender Bäume befinden sich in einer entweder schiefen oder senkrechten Stellung zu den Schichtungsebenen. Diese bemerkenswerthe Thatsache ist sowohl auf dem Festland, als auch in England beobachtet worden und verdient grosse Beachtung, nicht allein, weil sie ein merkwürdiges Feld der Spekulation öffnet, sondern auch, weil sie gewissen Geologen ein populäres Argument für ihren Beweis, dass die Erde nicht älter als 5000 oder 6000 Jahre sey, gab. Die Thatsache entging **Werner** nicht, der behauptete, dass die Bäume an den

Digitized by Google

Punkten, wo sie fossil gefunden worden, gelebt haben müssten. Diese Hypothese wurde von Herrn Alex. Brongniart in seiner 1821 mitgetheilten Beschreibung der Steinkohlengrube Treuil zu St. Etienne unweit Lyon (Fig. 270) vertheidigt. In dieser Grube werden horizontale Kohlenschichten von senkrecht stehenden Stämmen von Monokotyledonen, die dem Bambus oder grossen Equiseten gleichen, durchschnitten. Diese Lager sind in der genannten Figur dargestellt und sind 10 bis 13 Fuss mächtig, bestehen aus deutlich geschichtetem glimmerigen Sandstein, der in ein schieferiges Gefüge übergeht. Seit dem Festwerden des Gesteins hat hin und wieder eine gleitende Bewegung statt gefunden, wodurch manche Stämme zerbrochen und die Stücke verschoben worden sind.

Hatten nun diese Bäume, wie manche Geologen behaupten, einst einen Theil von einem unter Wasser gesetzten Walde gleich dem gebildet, von welchem wir im 16. Kapitel bei der Wealdgruppe und dem Portlandstein redeten, so würden alle Wurzeln in derselben Schicht vorhanden, oder auf ein gewisses Niveau beschränkt gewesen und nicht unregelmässig durch die ganze Masse verbreitet seyn. Ausserdem wenn die Stämme Wurzeln haben, was jedoch nur selten der Fall ist, so sind dieselben in Sandstein eingeschlossen, der dem, welcher die Stämme umgibt, ganz gleich ist; es findet sich kein Boden von verschiedener Zusammensetzung, wie die Portlandschlammlage — keine noch so schwache Grenzlinie zwischen der supponirten alten Oberfläche des trocknen Landes und dem die Bäume umgebenden Niederschlag.

Digitized by Google

Mancher mag diese Einwürfe gegen die Brongniart'sche Theorie für überflüssig halten, da Dr. Buckland bemerkt hat, dass viele Stämme zu Treuil auch eine geneigte Stellung haben, so dass die senkrechte eine zufällige seyn möge. Dennoch verlangt die Möglichkeit, dass so manche derselben in einer senkrechten Lage bleiben konnten, eine Erklärung; auch finden sich analoge Fälle von ähnlichen Versteinerungen in England, die noch weit bemerkenswerther sind.

In einem Steinkohlenbergwerke bei Newcastle finden sich eine grosse Menge von Sigillarien so in dem Gestein eingeschlossen, als wenn sie die Stellung, in der sie wuchsen, beibehalten hätten. Auf einer Oberfläche von 150 Quadratfuss sieht man nicht weniger als 30 Stämme, von denen manche 4 oder 5 Fuss im Durchmesser haben. Das Innere besteht aus Sandstein, die Rinde ist in Steinkohle verwandelt. Die Wurzeln eines der Stämme fanden sich von Schieferthon umgeben und nachdem er ungefähr 10 Fuss hoch eine senkrechte Stellung behalten und rund geblieben, war er so gebogen, dass er horizontal wurde und bis auf einen Zoll Stärke breitgedrückt worden war. Bei Gosforth, unweit Newcastle, fand sich 1829 ein 72 Fuss langer Stamm in senkrechter Stellung und die Schichten des Kohlensandsteins durchschneidend. Das Aeussere des Stammes war in gewissen Zwischenräumen mit Knoten bezeichnet, welche die Punkte andeuteten, an denen die Zweige ausgeschossen waren. Das Holz war im Innern in kohlensauren Kalk verwandelt und seine Struktur zeigte sich sehr schön

Digitized by Google

an so dünnen Scheibchen, dass das Licht durchfallen konnte.

Im Jahr 1830 wurde in dem Craighleith Steinbruche bei Edinburg ein schiefliegender Stamm frei gemacht, dessen ganze Länge 60 Fuss überstieg. Der Durchmesser des obern Endes betrug ungefähr 7 Zoll, am untern Ende maas der lange Durchmesser 5 und der kurze 2 Fuss. Die Rinde war in einen dünnen Ueberzug von der reinsten und feinsten Steinkohle verwandelt, deren Farbe gegen den weissen Kieselsandstein, in welchem der Baum liegt, einen recht grellen Kontrast bildet. Fig. 271 zeigt einen ungefähr 15 Fuss langen Theil des Stammes. Die Lager sind in der Nähe so unverändert und ungestört, dass sie rings um den Stamm ruhig abgesetzt seyn mussten und derselbe nicht eingedrungen seyn konnte, als sie sich noch in einem weichen Zustande befanden. Der Sandstein in dem Bruch ist so dünnschieferig, dass 6 bis 14 Lagen auf einen Zoll gehen. Einige von diesen dünnen Schiefern waren dunkel und enthielten kohlige Materien, allein die untersten von den durchschnittenen Lagern waren kalkig. Der Baum konnte, als er begraben wurde, nicht hohl gewesen seyn, denn das Innere zeigte noch eine sehr vollkommene Holztextur; die versteinernde Materie war grösstentheils kalkig. Es ist auch klar, dass die letztere nicht von der Seite von den Schichten, welche der Baum durchschneidet, eingeführt seyn konnte, da die meisten von diesen nicht kalkig waren. Bekanntlich sinken in dem Missisippi und in andern grossen amerikanischen Flüssen, welche jährlich Tausende von Bäumen schwimmend abwärts führen, manche, die Wurzeln unten, nie-

Digitized by Google

der und werden in dem Schlamme befestigt. In dieser Stellung sind sie mit ruhenden Lanzen verglichen worden und durchbohren den Bug von Schiffen, welche gegen dieselben stossen und sind daher der Schifffahrt sehr gefährlich. Die senkrechten Kohlenpflanzen haben aber nicht immer ihre Wurzeln behalten. Vielleicht sanken sie mit ihrem stärkern Ende nieder, weil das specifische Gewicht nach dem Stammende zu am grössten seyn muss. Besonders ist bei Bäumen aus der Klasse der Endogeniten das Holz der untern und ältern Theile des Stammes dichter, als das der obern und jüngern Theile und wenn jene sich voll Wasser sogen, während diese eben so leicht, wie dasselbe blieben, oder selbst leichter waren, so musste der ganze Stamm nicht allein senkrecht niedergehen, sondern wenn er den Boden erreichte, senkrecht stehen, sobald er eine geringe Unterstützung des untern Endes dadurch erreichte, dass er etwa einen Fuss tief in den weichen Schlamm drang. Wie lange solche Stämme, wenn sie stets unter dem Wasser blieben, der Fäulniss widerstanden, ist eine Frage, welche wir unbeantwortet lassen müssen; folgern wir aber von der Dauer hölzerner, stets unter Wasser stehender Pfeiler und von den in Luisiana durch natürliche Ereignisse vom Wasser bedeckten Bäumen, so dürfen wir annehmen, dass sie manche Jahre dauern und dass ihre Einschliessung in Schichten, wie die des Steinkohlengebirges, ohne ein sehr schnelles Verhältniss des Niederschlags bewirkt werden konnte.

Nehmen wir übrigens an, dass 30 bis 40 Fuss mächtige Schichten oft in wenigen Jah-

Digitized by Google

ren, Monaten und selbst Tagen abgesetzt wurden, so gibt diese Thatsache keinen Grund zur Berechnung der Zeit, welche zu einem ausgedehnten Steinkohlengebirge erforderlich ist.

Wir wollen z. B. annehmen, dass die Struktur eines Steinkohlengebirges dem Durchschnitte Fig. 272 gliche, so können wir alsdann folgern, dass, wenn zu dem Niederschlage der untersten 50 Fuss mächtigen Schichtenreihe a ein halbes Jahrhundert erforderlich war, die die ganze Formation bildenden 150 Fuss mächtigen Schichten a, b, c, in 1½ Jahrhunderten vollendet seyn mussten. Da aber die Lager keilförmig sind und oft durch Dünnerwerden verschwinden und da die auf einander folgenden Lager eines Steinkohlengebirges gewöhnlich in der Form von a, b, c, d, e, Fig. 273, angeordnet sind, so können wir ihre Anzahl nicht durch Betrachtung von irgend einem Durchschnitte berechnen. Die nach einer gegebenen Richtung verfolgten Ablagerungen a, b, c, d, e mögen eine jede funfzig Jahre zu ihrem Niederschlag erfordert haben, mögen aber eben so sehr in der Breite als Länge begrenzt seyn. Anfänglich mochten sie einen langen Streifen Land bilden, gleich dem Theile des Missisippidelta, welcher seit der Erbauung von Neu-Orleans durch die unaufhörliche Einführung von Sand und Schlamm in den mexikanischen Meerbusen gebildet wurde. Obgleich auf diese Weise eine schmale Landzunge entstanden ist, die mehrere Meilen weit in das Meer vortritt, so mögen doch Tausende von Jahren verfliessen, ehe ein quadratischer Strich von niedrigem Lande von mehrern Meilen in der Länge und Breite von dem mexikanischen Meerbusen gewonnen werden kann.

Digitized by Google

Alter rother Sandstein *(Old red Sandstone)*. — Wir bemerkten schon weiter oben, dass im Hangenden der Steinkohlenformation, oder ihr aufgelagert, die rothe Sandsteingruppe und in ihrem Liegenden eine andere Formation, die des alten rothen Sandsteins vorkomme, die früher mit zu der Kohlengruppe gerechnet wurde, jetzt aber davon getrennt wird, da sie entschieden andere Versteinerungen enthält. Der alte rothe Sandstein ist hauptsächlich in England entwickelt und untersucht. Eine ungeheure Mächtigkeit hat er in Herefordshire, Worcestershire, Shropshire und in Südwales, wo er unter dem Steinkohlengebirge hervortritt und den silurischen Gebirgsarten aufgelagert ist. **Murchison** schätzt die Mächtigkeit der Formation in jenen Gegenden auf nicht weniger als 10,000 Fuss. Sie besteht dort aus folgenden Abtheilungen:

1) Ein Quarzkonglomerat, welches nach unten zu in chokolatenrothen und grünen Sandstein und Mergel übergeht.

2) Kornstein *(Cornstone)* und Mergel (rother und grüner, thoniger, gefleckter Mergel mit unregelmässigen Massen von unreinem nierenförmigen Kalkstein, provinciell *Cornstone* genannt, gefleckt, roth und grün, mit Fischresten).

3) Ziegelstein *(Tilestone)* — feinblättriger, harter, röthlicher oder grünlicher, glimmeriger, oder quarziger Sandstein, welcher sich in Ziegeln (oder Platten zum Dachdecken) zerspalten lässt, mit Resten von Mollusken und Fischen.

Digitized by Google

Wir bemerkten bereits weiter oben, dass in Mergel und Sandstein, in welchen das rothe Eisenoxyd vorherrscht, Versteinerungen selten seyen; in dem Kornstein aber haben sich in den oben erwähnten Grafschaften Fische aus den Geschlechtern *Cephalaspis* und *Onchus* gefunden. In dem Telstone hat man ebenfalls *Ichthyodorulites* von dem Geschlecht *Onchus* erlangt und eine Species von *Dipterus* mit Mollusken aus dem Geschlecht *Avicula, Arca, Cucullaea, Terebratula, Lingula, Turbo, Trochus, Turritella, Bellerophon, Orthoceras* und Andere.

Blickt man auf eine geologische Karte von England und Wales, so wird man wahrnehmen, dass von der letztern Provinz bis nach dem nördlichen Schottland abgerissene Stücke und oft breite Massen von dem alten rothen Sandstein auftreten. Mehrere Fische sind zu Caithness darin gefunden und verschiedene organische Reste in dem nördlichen Theile von Fifeshire, wo er unter der Kohlenformation zu Tage ausgeht und sich in der angrenzenden südlichen Hälfte von Forfarshire ausdehnt und nebst dem Trapp die Südlawberge und das Strathmorethal bildet. (Siehe Fig. 58.) Ein grosser Gürtel dieser Formation umgibt die südlichen Grenzen der Grampions von der Seeküste bei Stonehaven und am Frith of Tay bis zu der entgegengesetzten westlichen Küste des Frith of Clyde. In Forfarshire, wo, wie in Herefordshire die Formation mehrere tausend Fuss mächtig ist, kann sie in drei Hauptmassen getheilt werden: 1) Rother und gefleckter Mergel, Kornstein und Sandstein; 2) Konglomerat, oft von bedeutender Mächtigkeit; 3) Ziegelstein und Pflasterstein, sehr glimmerig und etwas kohlensauren

Kalk beigemengt enthaltend. (Siehe Durchschnitt Fig. 58.) In der obersten von diesen Abtheilungen, hauptsächlich aber in der untersten, haben sich Reste von dem Fischgeschlechte gefunden, welches Agassiz *Cephalaspis* oder Schildköpfiger (siehe Fig. 274, welche die Species *C. Lybellii* abbildet) nennt, da der Kopf mit einem ausserordentlichen Schilde bedeckt ist. Der Kopf ist oft für den eines Trilobiten der Abtheilung *Asaphus* (Fig. 276) gehalten worden.

In dem alten rothen Sandstein von Forfarshire ist auch eine gigantische Fischspecies von dem Geschlechte *Gyrolepis* gefunden worden.

Zweiundzwanzigstes Kapitel.

Primäre versteinerungsführende Schichten.

Wir sind nun in der absteigenden Ordnung zu jenen ältern sedimentären Felsarten gelangt, die wir bereits im 12. Kapitel primäre versteinerungsführende genannt und die Werner aus dort näher entwickelten Gründen unter dem Namen der Uebergangsgebirge begriff. Manche Geologen bezeichnen diese ältern Schichten auch mit dem allgemeinen Namen der Grauwackenformation. Grauwacke ist ein altbergmännischer Ausdruck und bezeichnet eine Art quarzigen Sandstein, der gewöhnlich aus einem Ag-

Digitized by Google

gregat kleiner Quarz-, Kieselschiefer- und Thonschieferbruchstücke besteht, die durch ein thoniges Bindemittel mit einander vereinigt worden sind. Jedoch ist dieser Felsart eine viel zu grosse Wichtigkeit beigelegt, als wenn sie einer gewissen Epoche der Erdgeschichte eigenthümlich wäre, da sich doch ähnliche Sandsteine nicht allein zuweilen in dem alten rothen Sandstein, in dem Kohlensandstein, so wie in gewissen Kreideformationen der Alpen — sondern selbst in manchen tertiären Niederschlägen finden.

In England hat man den alten rothen Sandstein allgemein als das unterste Glied der secundären Reihen angesehen; von manchen Geologen des Festlandes ist aber diese und die Steinkohlenformation als die obern Glieder der Uebergangsreihen klassificirt worden, eine auch neuerlich vom Dr. Buckland in seiner „Geologie“ angenommene Methode. Eine solche Klassifikation erfordert, dass wir eine strenge Grenzlinie zwischen den Steinkohlen und dem Rothliegenden ziehen, welches, da die Versteinerungen beider Gruppen einander sehr ähnlich sind, eine weit willkührlichere Eintheilung, als die ist, welche den alten rothen Sandstein von den obersten primären versteinerungsführenden Schichten trennt.

Neuerlich haben die Herren Sedgwick und Murchison den Vorschlag gemacht, alle englischen sedimentären Schichten unter dem alten rothen Sandstein in zwei Hauptgruppen zu theilen, deren obere das Silurische und das untere das Cambrische System genannt werden

Digitized by Google

mögen. Herr Murchison *) hat der neuern Gruppe den Namen der Silurischen deshalb ertheilt, weil sie am besten in demjenigen Theile von England und Wales studirt werden kann, der in dem alten britischen Königreiche der Siluren enthalten war. Er hat auch vier Unterabtheilungen des Silurischen Systems gebildet, die er nach den Orten, wo der vorherrschende Charakter einer jeden Formation am deutlichsten entwickelt worden ist, die Ludlow-, Wenlock-, Caradoc- und Llandeiloformationen nennt. Die folgende Tabelle erläutert die Reihefolge dieser Niederschläge.

---

*) Siehe dessen grosses, weiter oben näher citirtes Werk: „*The Silurian System.*“

Digitized by Google

		Vorherrschender lithologischer Charakter.	Mächtigkeit.	Organische Reste.
1) Ludlow-formation.	Obere Ludlow.	Glimmeriger grauer Sandstein.	2000 Fuss.	Meeresmollusken von fast allen Ordnungen, die Brachiopoden am häufigsten. *Serpula.* Korallen. Sauroidische Fische. *Fuci.*
	Aymestrykalkstein.	Thoniger Kalkstein.		
	Untere Ludlow.	Schiefer mit Kalksteinnieren.		
2) Wenlockformation.	Wenlockkalkstein.	Nierenförmiger Kalkstein.	1800 Fuss.	Meeresmollusken verschiedener Ordnungen wie vorher. Crustaceen der Trilobitenfamilie. Keine *Vertebrata* oder Pflanzen.
	Wenlockschiefer.	Thonschiefer.		

Digitized by Google

Untere Silurische Felsarten.

		Vorherrschender lithologischer Charakter.	Mächtigkeit.	Organische Reste.
3) Caradocformation.	Caradocsandsteine.	Bänke von muschelführendem Kalkstein und Sandstein und mächtige Lager von weissem Quaderstein.	2500 Fuss.	Crinoideen. Korallen. Mollusken, hauptsächlich Brachiopoden, Trilobiten.
4) Llandeiloformation.	Llandeiloplatten.	Dunkelfarbige, kalkige, plattenförmige Steine.	1200 Fuss.	Mollusken, Trilobiten.

Obere silurische Felsarten.

Ludlowformation. — Dieses Glied der obern silurischen Gruppe hat, wie wir aus der obigen Tabelle ersehen, eine grosse Mächtigkeit und zerfällt in drei Abtheilungen. Jede derselben kann bei der Stadt Ludlow und an andern Punkten in Shropshire und Herefordshire durch eigenthümliche organische Reste erkannt werden. Die merkwürdigsten Versteinerungen sind die Schuppen, Ichthyodoruliten (Flossenstacheln), Kiefern, Zähne und Coproliten von Fischen der obern Ludlowgesteine. Da sie die ältesten bis jetzt den Geologen bekannten Reste von Thieren mit Rückenwirbeln sind, so ist es der Bemerkung werth, dass sie Fischen von hoher und sehr vollkommener Organisation angehören.

Unter den fossilen Muscheln finden sich Species von *Leptaena, Orthis, Terebratula* (*T. Wiloni* (Fig. 275), *Avicula, Trochus, Orthoceras, Bellerophon* und Andern.

Auch verschiedene Trilobitenspecies, einer erloschenen Crustaceenspecies, die für die siluirische Periode im Allgemeinen charakterisch, finden sich in dem untern Ludlowkalkstein. Die in Fig. 276 und 277 abgebildeten *Calymene Blumenbachii* und *Asaphus caudatus* sind in diesem und in dem Kalksteine der Wenlockformation, der in absteigender Ordnung darauf folgt, gewöhnlich.

Einige von den obern Ludlowsandsteinen haben wellenförmige Erhabenheiten, welches ein Beweis ihres successiven Niederschlags ist, und dasselbe lässt sich von dem feinen Thon-

Digitized by Google

schiefer der Ludlowformation sagen, der sehr mächtig und provinciell wegen seiner Eigenschaft, sich in Schlamm aufzulösen, Schlammstein (*Mudstone*) genannt worden ist. In diesem Schiefer sind manche Zoophyten in aufrechter Stellung eingeschlossen gefunden und sind offenbar an den Stellen fossil geworden, an denen sie am Boden des Meeres wuchsen. Auch die *Graptolites* (Fig. 280) sind unter andern häufig. Die Leichtigkeit, mit welcher diese obern silurischen Schiefer unter Einwirkung der Atmosphärilien in Schlamm verwandelt werden, beweist, dass sie sich, unerachtet ihres Alters, noch fast in demselben Zustande befinden, in welchem sie zuerst auf dem Meeresboden abgesetzt wurden. Es sind daher nicht alle Felsarten der Wernerschen Uebergangsperiode ursprünglich im halbkrystallinischen Zustande niedergeschlagen, wie im zwölften Kapitel behauptet wurde.

Wenlockformation. — Das wohlbekannte, an Versteinerungen so reiche Gestein von Dudley gehört zu diesem Gliede der obern silurischen Gruppe, die in ihrer obern Abtheilung aus mehr oder weniger krystallinischem und sehr viel Korallen und Encriniten enthaltenden Kalkstein besteht. Die Encriniten gehören jedoch andern Species an, als die im Bergkalk vorkommenden. In ihrem untern Theile besteht die Formation hauptsächlich aus Thonschiefer. In dem Wenlockkalkstein kommt die Kettenkoralle, *Catenipora escharoides* (Fig. 278) sehr häufig vor. Unter den Muscheln erscheinen die Geschlechter *Euomphalus*, *Productus*, *Atrypa* und manche andere.

Digitized by Google

Untere silurische Felsarten.

Karadok-Sandsteine. — Diese 2500 Fuss mächtige Formation besteht hauptsächlich aus verschieden gefärbten Sandsteinen (Grauwacke) und einigen untergeordneten Kalksteinlagern. Fast alle die häufigsten Versteinerungen gehören denselben Geschlechtern an, wie die der obern silurischen Gesteine, allein die Species sind verschieden.

Llandeilo-Formation. — Diese die Basis oder das Liegende des silurischen Systems bildende Abtheilung besteht aus harten, dunkelfarbigen Platten oder dickem Schiefer, der zuweilen etwas glimmerig, häufig kalkig und zuweilen dadurch unterschieden ist, dass sie grosse Trilobiten, *Asaphus Buchii* (Fig. 279) und *A. tyrannus* enthält. Auch einige Molluskengeschlechter finden sich in dieser Ablagerung und es ist eine interessante Thatsache, dass mit manchen erloschenen, den untern silurischen Gesteinen eigenthümlichen Schalthierformen, wie *Orthoceras*, *Pentamerus*, *Spirifer* und *Productus*, andere vorkommen, die noch jetzt lebenden Geschlechtern angehören, wie *Nautilus*, *Turbo*, *Buccinium*, *Turritella*, *Terebratula* und *Orbicula*.

Bis jetzt scheinen noch keine Landpflanzen in Schichten, die unzweifelhaft der silurischen Periode angehören, aufgefunden worden zu seyn.

In Norwegen und Schweden dehnen sich die silurischen Schichten über weite Räume aus und sind denen in England im Lithologischen und hinsichtlich der Versteinerungen so ähnlich, dass sie wahrscheinlich in ähnliche Gruppen abgetheilt werden können. Sie bestehen aus grossen

Digitized by Google

Niederschlägen von Sandstein, der zuweilen als das Liegende des Systems auftritt, auf Gneis und Kalkstein mit Orthoceratiten und Korallen ruht; die weiter oben erwähnte Kettenkoralle (Fig. 278) zeigt sich sehr deutlich. Eben so findet sich auch feinkörniger bituminöser Schiefer mit Graptoliten (Fig. 280).

Dr. Beck in Kopenhagen hält diese Körper für fossile Zoophyten aus der Familie der Seefedern, deren lebende Analoga (die *Pennatula*) schlammige Niederschläge bewohnen.

In den Kalksteinen des Michigansees in Nordamerika und anderer Punkte an den grossen canadischen Seen finden sich ebenfalls Trilobiten und Kettenkorallen und diese Gesteine scheinen daher im Allgemeinen der silurischen Periode anzugehören. Sie enthalten gewisse Orthoceratiten von einer sehr eigenthümlichen Struktur. Der Siphunculus ist sehr gross und hat eine durch die ganze Länge gehende Röhre, von deren Aussenseite Strahlen in Wirbeln ausgehen und sich nach der innern Wand des Siphunculus ausdehnen und in Anzahl den Kammern der Muschel entsprechen. Diese Abtheilung der Orthoceratiten bildet bei Professor Bronn (*Lethaea geognostica*, Stuttgart 1837 — I. S. 97) ein eigenes Geschlecht — *Actinoceras* oder Strahlenhorn. Fig. 281 und 282 zeigt eine kürzlich zu Schloss Espie in der Grafschaft Down in Irland gefundene Species *A. Simmsii*.

Die silurischen Schichten liegen zuweilen horizontal. — In einem grossen Theile der Provinz Skarabog im südlichen Schweden sind die silurischen Schichten vollkommen horizontal. Die verschiedenen untergeordneten Formationen von Sandstein (Grau-

Digitized by Google

wacke), Thonschiefer und Kalkstein kommen in korrespondirenden Höhen in mehrere Meilen von einander entfernten Bergen mit gleichem mineralischen Charakter und gleichen organischen Resten vor. Es ist klar, dass sie seit der Zeit ihres Niederschlags nie gestört worden sind, ausgenommen durch solche stufenweise Bewegungen, als diejenigen sind, durch welche ausgedehnte Länder, wie Schweden und Norwegen, langsam und unmerklich über ihr früheres Niveau emporsteigen, oder unter dasselbe hinabsinken. Auch der alte Kalkstein und Thonschiefer der Gegenden um die vorhin erwähnten kanadischen Seen sind grösstentheils horizontal.

Diese Thatsachen sind sehr wichtig, da die meisten alten Felsarten gewöhnlich sehr gestört sind und eine horizontale Lage der gemeinschaftliche Charakter der neuern Schichten ist. — Aehnliche Ausnahmen kommen übrigens auch bei den neuern oder tertiären Felsarten vor, indem sich an einigen Punkten, z. B. in den Alpen, nicht allein senkrechte, sondern auch umgestürzte Schichten finden. Diese Erscheinungen stimmen am besten mit der Theorie überein, welche lehrt, dass zu allen Perioden einige Theile von der Erdrinde durch heftige Bewegungen gestört sind, die oft so lange gedauert oder so oft wiederholt sind, dass die Verrückungen der Schichten sehr bedeutend wurden, während andere Gegenden durchaus allen Bewegungen entgingen. Hätten, wie manche Geologen annehmen, heftige Stösse die ganze Erdoberfläche gleichzeitig erschüttert, so würden die primären versteinerungsführenden Schichten nirgend horizontal geblieben seyn.

Kambrische Gruppe. — Unter den silurischen Schichten in der Gegend der kumber-

Digitized by Google

landschen Seen, in Nordwales, Kornwall und an andern Punkten Grossbritanniens finden sich mächtige Massen geschichteter und grösstentheils schiefriger und versteinerungsloser Gesteine. Nur an einigen wenigen Punkten finden sich Versteinerungen, die specifisch und einige, die generisch von denen der silurischen Periode verschieden sind. Prof. Sedgwick hat diese Gesteine die kambrische Formation genannt, da sie in Nordwales, dem Wohnsitze der alten Kambrier, sehr entwickelt worden sind, indem sie eine Mächtigkeit von vielen tausend Fuss erlangt haben. Sie bestehen hauptsächlich aus schiefrigem Sandstein und Konglomerat (Grauwackenschiefer und grobkörnige Grauwacke), in deren Mitte Kalkstein mit Muscheln und Korallen eingelagert ist, wie zu Bala in Merionetshire. Ein Grauwackenschiefer, der das Liegende des kambrischen Systems am Snowdon bildet, enthält Muscheln aus der Familie der Brachiopoden und wenige Zoophyten.

In einigen von den Schiefergesteinen in Kornwall, die von Sedgwick zu der kambrischen Gruppe gerechnet werden, finden sich Cephalopoden von eigenthümlicher Struktur, die sogenannten Endosiphoniten (Fig. 283), eine Form, welche bis jetzt noch nicht in der silurischen Formation gefunden zu seyn scheint. Der Siphunculus dieser Muschel liegt am Bauche, wogegen der der Ammoniten am Rücken und der der Nautilus in der Mitte, oder fast in der Mitte liegt *).

*) Diese Versteinerungen scheint mit dem *Ammonites lateseptatus* von Beyrich (Beiträge zur Kenntniss der Versteinerungen des rheinischen Uebergangsgebirges, 1. Heft. Berlin 1837 — S. 25 etc.) specifisch gleich zu seyn.

Digitized by Google

Obgleich man kaum sagen kann, dass die kambrische Gruppe nach bestimmten Versteinerungen festgestellt sey, so ist die Mächtigkeit der Schichten unter den untersten der (wenigstens für England) sehr gut bestimmten silurischen Gesteine, die alle nach der Schöpfung organischer Wesen gebildet worden sind, so bedeutend, dass wir jedenfalls die primären versteinerungsführenden Schichten in zwei Gruppen theilen können.

In wiefern die hier skizzirte Eintheilung der englischen primären, versteinerungsführenden Schichten auch auf die anderer Länder anwendbar ist, muss fernern Untersuchungen vorbehalten bleiben. Sie bilden in Skandinavien, Russland, Polen, in Deutschland, Belgien und Frankreich bedeutende Theile der Erdoberfläche und es kann nicht fehlen, dass in allen sogenannten Grauwackengebirgen manche Abtheilungen nach den Versteinerungen zu machen seyn werden.

Die sogenannte Grauwackenformation des Harzes bestand nach den Untersuchungen des Hofraths Hausmann in Göttingen (gelehrte Anzeigen, 1839, №. 5—8) in ihrem ursprünglichen Zusammenhang aus zwei Hauptlagen; einer untern, worin Thon- und Grauwackenschiefer vorherrschten und einer obern, worin Grauwacke mit Grauwackenschiefer abwechselte. Die erstere war allgemeiner verbreitet, als die letztere, welche namentlich im östlichen Theile der Formation von geringerer Bedeutung gewesen zu seyn scheint. Zwischen beiden Hauptlagen befand sich im westlichen Theil eine unregelmässig begrenzte Masse von Sandstein,

Digitized by Google

welche im östlichen ganz fehlte. Die grössern Kalksteinmassen, namentlich in den Gegenden von Grund und Elbingerode, haben wahrscheinlich dem obern Theile der untern Hauptlage angehört, oder etwa die Stelle eingenommen, welche an andern Punkten der Sandstein behauptet. Beobachtungen über die Vertheilung der Versteinerungen lehren, dass die untere Hauptmasse, mit Einschluss des Sandsteins, vom Meer bedeckt war, indem sich darin neue Spuren von Meeresgeschöpfen finden, wogegen die Grauwacke, welche Abdrücke von Landpflanzen enthält, vermuthlich Inseln bildete, die von Korallenriffen umgeben waren.

Der Thonschiefer, welcher hin und wieder fast ganz versteinerungsleer ist und nur Thierreste, wie Hippuriten, Trilobiten, Muscheln (*Posidonia*) und Korallen enthält, gehört unstreitig dem kambrischen System an; die Grauwacke, der sehr versteinerungsreiche Grauwackensandstein und der sogenannte Uebergangskalk müssen wahrscheinlich dem silurischen System zugerechnet werden *).

Das rheinisch-westphälische Schiefergebirge, welches eine Oberfläche von 160 Quadratmeilen einnimmt, besteht gänzlich aus den Gesteinen dieser Gruppe, jedoch können wir zur Zeit über deren weitere Eintheilung noch gar nichts sagen.

Das Uebergangsgebirge im westlichen Frankreich, in der ehemaligen Bretagne, gehört nach den neuern Untersuchungen des Herrn Oberberg-

*) Zimmermann, das Harzgebirge in besonderer Beziehung auf Natur- und Gewerbskunde geschildert. Darmstadt 1834. 1. Th. S. 80 etc.

Digitized by Google

ingenieurs Dufrénoy zu Paris (*Annales des Mines, 3. Série, Tome 14, p. 213 etc.*) in seinen Hauptmassen dem kambrischen System an, auf welchem silurische Sandsteine ungleichförmig aufgelagert worden sind.

Man ersieht aus dem Gesagten, dass die bisherigen Beschreibungen der sogenannten Thonschiefer- und Grauwackengebirge, deren näheres Studium lange vernachlässigt wurde, jetzt nicht mehr ausreicht und dass Untersuchungen, wie Herr Murchison mit den englischen Schichten dieser Art durchführte, ganz andere Resultate geben werden.

Dreiundzwanzigstes Kapitel.

Von dem verschiedenen Alter der vulkanischen Felsarten.

Nachdem wir nun die sedimentären Schichten auf eine lange Reihefolge von geologischen Perioden zurückgeführt haben, wenden wir uns zunächst zu der Betrachtung, in wiefern die vulkanischen Formationen in einer ähnlichen chronologischen Ordnung eingerichtet werden können. Der Beweise für das relative Alter dieser Klasse von Gebirgsarten gibt es vier: — 1) Ueberlagerung und Eindringen mit oder ohne Veränderung der in Berührung stehenden Gesteine; 2) organische Reste; 3) Mineralcharakter; 4) eingeschlossene Bruchstücke älterer Felsarten.

Digitized by Google

Beweise durch Ueberlagerung etc. — Wenn ein vulkanisches Gestein auf einem wässerigen Niederschlage ruht, so muss jenes das neuere von beiden seyn; allein dieselbe Regel gilt nicht, wo die neptunische Formation auf der vulkanischen ruht; denn wir sahen bereits im achten Kapitel, dass von unten emporsteigende geschmolzene Materie die sedimentäre durchdringen kann, ohne an die Oberfläche zu gelangen, oder dass sie gleichförmig zwischen die Schichten gedrängt werden kann, wie b bei D in Figur 284, worauf die vulkanische Masse sich abkühlte und fest wurde. Daher ist Ueberlagerung als Beweis des Alters bei den vulkanischen Felsarten bei weitem nicht von dem Werthe, wie bei den versteinerungsführenden Formationen. Wir können uns auf diesen Beweis nur da unbedingt verlassen, wo die vulkanischen Gesteine gleichzeitig entstanden, nicht aber wo sie später in die neptunischen eingedrungen sind. Nun kann man sagen, dass sie von gleichzeitiger Entstehung seyen, wenn die durch vulkanische Einwirkung veranlasste Bildung gleichzeitig mit dem Niederschlage der Schichten, mit denen jene verbunden sind, vor sich ging. So dürften wir bei dem Durchschnitt Fig. 284 bei D annehmen, dass der Trapp b sich über das versteinerungsführende Lager c ergoss und dass nach seiner Erstarrung das Lager a, welches mit c zu einer geologischen Periode gehört, niedergeschlagen wurde. Wurde aber die Schicht a durch b an der Grenze verändert, so müssen wir folgern, dass sich der Trapp eingedrängt habe, oder dass, wenn wir b auf einer gewissen Strecke verfolgen, wir endlich finden, dass

Digitized by Google

es die Schicht b durchschneidet und derselben aufgelagert erscheint.

Wir können aber auch leicht zu der Annahme verleitet werden, ein vulkanisches Gestein sey in das neptunische eingedrungen, wenn es wirklich von gleichzeitiger Entstehung mit diesem ist; denn ein Lavastrom, der sich über das Meeresbett ausdehnt, kann nicht überall auf derselben Schicht ruhen, entweder weil diese entblösst, oder weil, wenn sie kürzlich abgesetzt worden sind, sie sich an gewissen Stellen auskeilen, so dass die Lava über ihre Kanten wegströmt. Ausserdem werden die schweren feurigen Flüssigkeiten bei ihrer Bewegung oft Vertiefungen in den weichen Schlamm- und Sandschichten ausgehöhlt haben. Nehmen wir an, dass die untermeerische Lava F, Fig. 285, auf diese Weise mit den Schichten a, b, c in Berührung gekommen sey und dass nach ihrer Erstarrung die Schichten d, e in einer fast horizontalen Lage niedergeschlagen worden sind, so dass sie ungleichförmig auf F liegen. Der Anschein wird hier für ein Eindringen der Lava sprechen, obgleich sie in Wahrheit von gleichzeitiger Bildung mit den Schichten ist. Wir dürfen daher, ehe wir nicht deutlich erkennen, dass die Schichten d oder e an ihrer Berührung mit dem Trapp verändert worden sind, nicht zu voreilig folgern, dass F eingedrungen sey.

Bei der Beschreibung der Trappgänge im achten Kapitel zeigten wir, dass sie neuer als alle Schichten seyen, welche sie durchsetzen. Der 90 Faden (à 6 Fuss) mächtige Trappgang *(Dike)* — a, Fig. 286 — in dem nordhumberlandschen Steinkohlengebirge durchsetzt dieses und hat es sehr gestört. Der aufgelagerte Magne-

siakalkstein ist aber von dem Gange nicht durchsetzt, sondern scheint sich in denselben Verhältnissen zu befinden, in denen er ursprünglich in einer Mulde, welche in der entblössten Oberfläche des Steinkohlengebirges und des eingedrungenen Trappganges vorhanden war, niedergeschlagen worden ist. Nun wurde hier das Steinkohlengebirge nicht allein eher abgesetzt, sondern war auch eher aufgerissen, ehe der flüssige Trapp zur Bildung des Ganges eingedrungen war. Das abgeschnittene Ausgehende der Kohlenflötze, so wie das plötzliche Aufhören des Ganges, denen beiderlei der Magnesiakalkstein aufgelagert ist, scheinen den Beweis zu liefern, dass zwischen dem Eindringen der vulkanischen Materie und dem Absatze des Magnesiakalks ein gewisser Zeitraum lag. Selbst aber in diesem Fall kann der Zeitpunkt des vulkanischen Ausbruchs nur annähernd, aber durchaus nicht mit Genauigkeit bestimmt werden; er mag am Schluss der Steinkohlenperiode, oder vor dem Niederschlag des rothen Sandsteins, oder zwischen diesen beiden Zeiträumen statt gefunden haben, als die Beschaffenheit der thierischen Schöpfung und die physische Geographie in Europa sich nach und nach von dem Typus der Steinkohlen bis zu dem der rothen Sandsteinperioden veränderte.

Auf die geschichteten vulkanischen Tuffe sind die Beweise, welche die Lagerungsverhältnisse gewähren, genau anwendbar, jedoch sind dabei die auch auf die übrigen sedimentären Niederschläge anwendbaren Regeln (s. Kapitel 13) zu berücksichtigen.

Beweis des Alters durch organische Reste. — Wir haben bereits gesehen, wie in

der Nachbarschaft von thätigen Organen Schlakken, Bimsstein, Sand und Gesteinbruchstücke, welche in die Luft geworfen worden und dann nieder gefallen sind, sich sowohl auf dem Land, als auch in Seen und in dem Meere finden. In den auf diese Weise gebildeten Tuffen finden sich Muscheln, Korallen oder andere dauernde organische Körper, die auf dem Meeresboden zerstreut wurden, eingeschlossen und bilden auf diese Weise bleibende Denkmähler für die geologische Periode, in welcher sich der vulkanische Ausbruch ereignete. Auf diese Weise können die in der Nachbarschaft des Vesuv, Aetna, Stromboli und anderer auf Inseln und am Meere thätiger Vulkane in irgend einer künftigen Periode, wenn jene erloschen sind, den Beweis von dem relativen Alter dieser Tuffe geben. Mit Hilfe solcher Ueberzeugung können wir ganz deutlich die Uebereinstimmung des Alters vulkanischer und der verschiedenen bereits betrachteten primären, secondären und tertiären, versteinerungsführenden Gebirgsarten bestimmen.

Die erwähnten Tuffe sind aber nicht ausschliesslich im Meere gebildet, sondern sie umschliessen an manchen Orten Süsswasser und an noch andern die Reste von Landvierfüssern. Die Verschiedenheit der organischen Reste in Bildungen dieser Art sind vollkommen einzusehen, wenn wir die weite Verbreitung der bei neuern Ausbrüchen ausgeworfenen Materien berücksichtigen und von denen der des Vulkans Coseguina in der Provinz Nicaragua, am 19. Januar 1835, ein sehr gutes Beispiel gibt. Glühende Cinders und sehr kleine Schlackenstücke wurden bei diesem Ausbruche zu ungeheuren Höhen emporgeworfen und bedeckten den Bo-

Digitized by Google

den, 8 französische Meilen südlich von dem Krater, mehr als 10 Fuss hoch. Vögel, Haus- und wilde Thiere wurden in grosser Menge durch das Feuer getödtet und in der Asche begraben. Etwas vulkanischer Staub fiel zu Chiapa an 1200 englische Meilen windwärts von dem Vulkan nieder, ein schlagender Beweis von einer Gegenströmung in den obern Theilen der Atmosphäre und etwas wurde auch bis nach Jamaika, 700 Meilen in nordöstlicher Richtung getrieben. 1100 Meilen von dem Ausbruchspunkt entfernt segelten englische Schiffe 40 Meilen lang durch schwimmenden Bimsstein, unter welchem manche bedeutend grosse Stücke waren.

Beweis des Alters durch die mineralischen Gemengtheile. — Da gleichartige Niederschläge, wenn sie von einem grossen Fluss in das Meer geführt werden, oft gleichzeitig auf einem weiten Raum niederfallen, so kann auch eine besondere aus einem Krater während eines Ausbruchs ausströmende Lavenart auf einer weiten Fläche ausgebreitet werden, wie auf der Insel Island im Jahr 1783, wo die vom Skaptar Jokul ausgeworfene geschmolzene Materie nach entgegengesetzter Richtung ausströmte, deren Endpunkte 90 englische Meilen von einander entfernt waren. Die Mächtigkeit dieses ungeheuren Lavastroms wechselt von 100 bis 600 Fuss und in der Breite von der eines engen Flussbettes bis 15 englische Meilen. Wird nun eine solche Masse später durch Entblössung in verschiedene getheilt, so können wir dieselben vielleicht noch durch ihre mineralische Zusammensetzung identificiren. Dennoch wird dieser Beweis dem Geologen nicht immer nützen; denn obgleich die während eines und desselben

Digitized by Google

Ausbruchs ausgeströmte Lava stets einen vorherrschenden Charakter hat und obgleich dies selbst noch bei Strömen der Fall ist, die zu verschiedenen Zeiträumen aus demselben Vulkane hervorgebrochen sind, so zeigen sie sich doch bei den verschiedenen Theilen eines und desselben Stroms, oder wie schon weiter oben bemerkt wurde, einer zusammenhängenden Trappmasse in den mineralischen Gemengtheilen und in der Textur so verschieden, dass diese Kennzeichen im Vergleich zu ihrem Werth in der Chronologie der versteinerungsführenden Gebirgsarten von geringerem Werthe sind.

Wir werden übrigens bei der folgenden Beschreibung der europäischen Trappfelsarten von verschiedenem Alter sehen, dass sie oft einen eigenthümlichen lithologischen Charakter haben, welcher den weiter oben im 7. Kapitel zwischen den neuern Laven des Vesuv, Aetna und der chilesischen Vulkane erwähnten Verschiedenheiten gleicht.

Man hat bemerkt, dass in der Auvergne, in der Eifel und in andern Gegenden, in denen sowohl Trachyt, als Basalt vorkommen, die Trachytgesteine grösstentheils älter sind, als die basaltischen. Theilweise wechsellagern beide auch, wie an dem Vulkane Mont D'or in der Auvergne, allein die grosse Masse des Trachyts nimmt gewöhnlich eine untere Stellung ein und ist von dem Basalt durchschnitten und überströmt. Man kann durchaus nicht die Folgerung machen, dass Trachyt zu einer Zeit in der Geschichte der Erde vorherrschte und Basalt zu einer andern, denn wir wissen, dass trachytische Laven in manchen auf einander folgenden Zeitpunkten gebildet worden sind und noch

Digitized by Google

aus manchen thätigen Kratern hervorkommen; allein es scheint, dass in jeder Gegend, wo eine lange Reihe von Ausbrüchen statt gefunden hat, die mehr feldspathartigen Laven zuerst hervorgebrochen und die mehr augitischen dann gefolgt sind. Die von Herrn Scrope aufgestellte Hypothese gibt vielleicht eine Lösung des Problems. Er bemerkt, dass die den Basalt bildenden Mineralien ein höheres specifisches Gewicht haben, als die die Feldspathlaven zusammensetzenden. So haben z. B. Hornblende, Augit und Olivin das dreifache Gewicht des Wassers, wogegen gemeiner Feldspath, Albit und Labrador kaum das 2½fache besitzen; und die Verschiedenheit steigt, da im Basalt und Grünstein weit mehr metallisches Eisen ist, als im Trachyt und in andern Feldspathlaven und Trapp. Wenn daher im Innern der Erde durch vulkanische Hitze eine grosse Masse von Gesteinen geschmolzen ist, so sinken die dichtern Bestandtheile der kochenden Flüssigkeit zu Boden, die leichtern bleiben oben und werden zuerst durch die Expansivkraft der Gase emporgetrieben. Diejenigen Substanzen daher, welche in dem unterirdischen Behälter die unterste Stelle einnahmen, werden stets zuletzt ausgeworfen und werden die oberste Stelle an dem Aeussern der Erdrinde einnehmen.

Beweis durch eingeschlossene Bruchstücke. — Wir mögen zuweilen das relative Alter zweier Trappfelsarten, oder einer neptunischen Bildung und des Trapps, auf dem sie ruht, dadurch erkennen, dass wir Bruchstücke des einen in der andern eingeschlossen finden und in Fällen, wie der oben angegebene, wo die Lagerungsverhältnisse allein nicht ausreichen,

Digitized by Google

ist dieser Beweis nicht ohne Werth. Auch ist es nicht ungewöhnlich, Konglomerate zu finden, die ausschliesslich aus Trappgeschieben bestehen und die in der Nachbarschaft von eingedrungenen Trappmassen mit geschichteten Massen zusammen vorkommen. Wenn die Geschiebe im Allgemeinen im mineralogischen Charakter mit den Trappmassen übereinstimmen, so werden wir in den Stand gesetzt, das Alter der eingedrungenen Felsarten dadurch zu erkennen, dass uns das der mit dem Konglomerat vorkommenden versteinerungsführenden Schichten bekannt ist. Die Entstehung solcher Konglomerate ist durch die Beobachtung der aus Trappgeschieben bestehenden Geschiebebänke auf neuern vulkanischen Inseln, oder am Fuss des Aetna, erklärt.

Neue und neuere Pliocenperiode. — Wir werden uns nun zu der Betrachtung auserwählter Beispiele von gleichzeitigen vulkanischen Gesteinen successiver vulkanischer Perioden wenden, wodurch der Leser zu der Ueberzeugung gelangt, dass die feurigen Ursachen zu allen vergangenen Zeitpunkten der Erde in Wirksamkeit gewesen sind und dass sie fortwährend die Orte verwechselt haben, an denen sie an die Erdoberfläche hervorgebrochen sind. Ein Theil von den Laven, Tuffen und Trappgängen des Aetna, des Vesuv und der Insel Ischia sind innerhalb der geschichtlichen Zeit gebildet worden; ein anderer weit beträchtlicher Theil unmittelbar vorher, als die Gewässer des mittelländischen Meeres bereits von jetzt lebenden Muschelspecies bewohnt wurden. Die untermeerischen Fundamente des Aetna und der Insel Ischia sind zu der bedeutenden Höhe von 500 bis 1500 Fuss über das Meeresniveau emporgehoben wor-

Digitized by Google

den und dieselbe Wahrnehmung lässt sich in Beziehung auf die Basis mancher thätiger Vulkane machen, die zuerst untermeerische Krater oder, gleich Stromboli, halb unter dem Wasser standen und dann, als das alte Meeresbett durch Hebung abgetrocknet wurde, an die Erdoberfläche gelangten.

Aeltere Pliocenperiode. — In dem Gebiete von Florenz und in der Campagna di Roma kommen submarine vulkanische Tuffe in die ältern Pliocenschichten der subapenninischen Hügel auf solche Weise eingelagert vor, dass gar kein Zweifel bleibt, dass sie die Produkte von Ausbrüchen waren, die sich ereigneten, als der Muschelmergel und Sand der Subapenninen in der Bildung begriffen war.

Miocenperiode. — Die ältesten vulkanischen, hauptsächlich aus Trachyt bestehenden Gesteine, wie in der obern und niedern Eifel, sind den Miocenschichten auf solche Weise eingelagert, dass man deutlich ihre gleichzeitige Bildung erkennen kann. Die Ausbrüche dauerten übrigens in jenen Gegenden bis zu der neuern Pliocenperiode fort, oder wurden wenigstens in dieser spätern Zeit wieder erneuert, so dass Aschenschauer von den rheinischen Vulkanen dem Löss eingelagert sind, in welchem, wie wir schon im 14. Kapitel sahen, Muscheln von Land- und Süsswasserspecies vorkommen, welche jetzt in Europa lebenden identisch sind.

Eocenperiode. — Die erloschenen Vulkane in der Auvergne und am Cantal, in Mittelfrankreich, begannen ihre Ausbrüche in der Eocenperiode und waren während der Miocenen am thätigsten. Von der Sumpfbildung in der Nähe jener alten Vulkane wurden die untersten

Digitized by Google

Schichten offenbar vor jedem Ausbruche gebildet. Sie bestehen aus Sandstein und Konglomerat, die abgerundete Geschiebe von Quarz, Glimmerschiefer, Granit und andern hypogenen, die Ufer der alten Seen bildenden Gesteinen enthalten, allein man kann nicht die geringsten Spuren von vulkanischen Produkten in denselben erkennen. Auf diese Konglomerate folgten thonige und kalkige Mergel mit Eocenmuscheln und während des Niederschlags dieser Schichten begannen einige schwache Zeichen der vulkanischen Wirksamkeit sich zu zeigen. Ueber diesen Schichten wechsellagern Süsswassermergel und Kalkstein häufig mit vulkanischen Tuffen und in denselben finden sich Versteinerungen der Miocenperiode. Nachdem die alten Seen ausgefüllt oder ausgetrocknet worden waren, wurden mächtige Massen von Trachyt- und Basaltgesteinen bis zu einer Mächtigkeit von mehrern tausend Fuss angehäuft und ruhen auf Granit, oder auf den anliegenden Sumpfbildungen. Der grösste Theil dieser feurigen Felsarten scheint während der Miocenperiode entstanden zu seyn und in der Asche und den Alluvialgebilden von Sand und Grus fanden sich erloschene Vierfüsser jener Periode begraben, die den Geschlechtern *Mastodon, Rhinoceros* und andern angehören und ihre Erhaltung den darüber ausgebreiteten Lavenlagen verdanken.

Kreideperiode. — Dieselbe war nicht arm an vulkanischer Wirksamkeit, wie wir hier kurz nachzuweisen suchen werden. In England finden sich keine Beweise von vulkanischen Ausbrüchen während des Niederschlags der Kreide und des Grünsandes. — Auf Morea sind nach den Beobachtungen des französischen Berginge-

Digitized by Google

nieurs Virlet mehrere von ihm Ophiolit genannte Trappgesteine von diesem Datum. Es gehören dahin z. B. diejenigen, welche gleichförmig mit Kreidekalkstein und Grünsand zwischen Kastri und Damala wechsellagern. Sie bestehen grösstentheils aus Diallaggesteinen und Serpentin, so wie aus einem Mandelstein mit Kalkmandeln und mit serpentinartiger Hauptmasse.

In gewissen Theilen von Morea lässt sich das Alter dieser vulkanischen Gesteine mittels folgender Beweise bestimmen. Zuvörderst ist der bereits im 15. Kapitel erwähnte lithographische Kalkstein der Kreideperiode von Trapp durchsetzt und dann findet sich zu Nauplia und an andern Orten ein Konglomerat, in dessen kalkigem Bindemittel viele wohlbekannte Versteinerungen der Kreide und des Grünsandes und Geschiebe von demselben Ophiolit, wie er in den Gängen vorkommt, vorhanden sind.

Wir bemerkten schon weiter oben, dass zu Tercis bei Dax im Departement der Haiden im südlichen Frankreich sehr steile Schichten von Kalkstein uud Mergel vorkommen, welche Kreideversteinerungen enthalten und welche grösstentheils unter den ungleichförmigen Kreideformationen verborgen sind. An einigen Durchschnitten kann man eine Wechsellagerung dieser stark geneigten Kreideschichten mit dünnen Schichten eines vulkanischen Tuffs wahrnehmen, der wahrscheinlich das Produkt vulkanischer Ausbrüche in dem Kreidemeer war.

Der Trapp in jener Gegend und in den benachbarten Pyrenäen ist im Allgemeinen serpentinartig. Die Lagerungsverhältnisse sind in der Fig. 287 dargestellt. A ist das Adourthal, B das Luythal, C Puy Arzet, E sind die geneig-

Digitized by Google

ten Schichten von Kreide und vulkanischem Sand; a, b, c, d tertiäre Schichten von Geschieben und Sand.

Das Alter des im achten Kapitel erwähnten Trapps in der Grafschaft Antrim in Irland, der die Kreide, da wo die Gänge dieselbe berühren, verändert, ist unbestimmt. Er ist neuer, als die Kreide jener Gegend, welche er durchschneidet und überströmt und vielleicht gehört er einer von den tertiären Perioden an. Da an der östlichen Küste von Lough Neagh Holzkohle und fossile Coniferenbäume mit dem Trapp vorgekommen sind, so dürften diese Pflanzen in der Folge einiges Licht auf diese chronologische Frage werfen.

Oolit- und Liasperiode. — Obgleich die grünen und serpentinartigen Trappgesteine von Morea, wie vorhin bemerkt, hauptsächlich der Kreideperiode angehören, so scheint es doch, dass einige Ausbrüche ähnlicher Gesteine schon während der Oolitperiode begannen. Wahrscheinlich ist ein grosser Theil von den Trappmassen in den Apenninen, welche dort Ophiolit genannt werden und mit dem Kalkstein jener Gebirgskette vorkommen, von korrespondirendem Alter.

Ob ein Theil von den vulkanischen Gesteinen in den Hebriden gleichzeitig mit dem Lias und Oolit entstand, welche von jenen durchsetzt werden und überlagert sind, bleibt noch zu bestimmen.

Trapp der rothen Sandsteinperiode. — Im südlichen Theile von Devonshire kommen Trappgesteine mit buntem Sandstein vor und zwar scheinen sie nicht später in den Sandstein eingedrungen, sondern durch gleichzeitige vulkanische Wirkung gebildet worden zu seyn.

Digitized by Google

Einige mit gewöhnlichem rothen Mergel zusammen vorkommende Sandsteinlager gleichen dem von einem Krater ausgeworfenen Sand und in dem bei Tiverton vorkommenden geschichteten Konglomeraten befinden sich manche eckige Bruchstücke von Trappporphyr, von denen einige 1 oder 2 Tonnen wiegen und mit denen Geschiebe anderer Gesteine gefunden werden. Diese Gesteinblöcke wurden wahrscheinlich von vulkanischen Kratern ausgeworfen und fielen auf die in der Bildung begriffenen sedimentären Substanzen.

Steinkohlenperiode. — In dem Steinkohlengebirge des Forth in Schottland kommen zwei Klassen gleichzeitig entstandener Trappgesteine vor. Die neueste derselben, mit den obern Schichten des Kohlengebirges verbunden, zeigt sich sehr deutlich längs den Küsten des Forth in Fifeshire und besteht aus Basalt mit Olivin, Mandelstein, Grünstein, Wacke und Tuff. Dieser Trapp scheint ausgebrochen zu seyn, während die sedimentären Schichten eine horizontale Lage hatten und sie scheinen dieselben Verwerfungen erlitten zu haben, welchen diese Schichten später unterworfen waren. In dem vulkanischen Tuff dieses Alters finden sich nicht allein Bruchstücke von Kalkstein, Schieferthon, Kieselschiefer und Sandstein, sondern auch Steinkohlenstücke.

Die andere oder ältere Klasse des Trapps in dem Steinkohlengebirge lässt sich längs dem südlichen Rande von Stratheden verfolgen und bildet einen parallel mit den Ochills streichenden Höhenzug, der sich von Stirling bis St. Andrews ausdehnt. Sie besteht fast ausschliesslich aus Grünstein, der hin und wieder erdig

Digitized by Google

und mandelsteinartig wird. Es ist derselbe dem Sandstein, Schieferthon und Eisenstein des liegenden Steinkohlengebirges und bei Ost Lomond dem Bergkalksteine regelmässig zwischengelagert.

Zu den Trappgebilden des Steinkohlengebirges oder des Rothliegenden gehören auch die Augitporphyre *(Melaphyre)* und Mandelsteine bei Ilfeld am Harz. Sie erheben sich entschieden im Bereich der beiden genannten geschichteten Formationen und verbreiten sich zum Theil über dem Steinkohlengebirge, zeigen aber keine entschiedene Einwirkung auf das benachbarte Schiefergebirge. Die Verbreitung des Augitporphyrs am Harz ist jedoch sehr unbedeutend im Vergleich mit der am thüringer Walde, wo übrigens der rothe Porphyr und das Rothliegende sich analog verhalten, wie Basalt und Basalt-Konglomerat. — Es dürften zu den Trappbildungen der letztern beiden Formationen auch noch zu rechnen seyn die Porphyre bei Wettin und Löbejün unweit Halle, die in der Umgegend von Waldenburg in Niederschlesien u. a. v. a. O., da beide Perioden, sowohl die der Steinkohlen-, als auch der rothen Sandsteinformation reich an Trappbildungen zu seyn scheinen, deren Entstehungszeit jedoch bei weitem noch nicht gehörig ausgemittelt worden ist.

Trapp der alten rothen Sandsteinperiode. — Wir verweisen bei der nun folgenden Erklärung auf Fig. 58, welche die Gebirgsverhältnisse von Forfarshire im südlichen Schottland darstellt. In der Mitte der Schichten des alten rothen Sandsteins 1, 2, 3 und 4 zeigen sich Konglomeratlager №. 3. Die Geschiebe derselben bestehen zuweilen aus grani-

Digitized by Google

tischen und Quarzgesteinen, zuweilen auch ausschliesslich aus verschiedenen Trappvarietäten, die, obwohl sie in dem Durchschnitt vorsätzlich vergessen sind, oft vorkommen, entweder indem sie sich selbst in formlosen Massen und Gängen in den ältern versteinerungsführenden Ziegelstein № 4 eindrängen, oder mit demselben in gleichförmigen Lagern wechseln. Alle die verschiedenen Abtheilungen des alten rothen Sandsteins 1, 2, 3, 4 sind hin und wieder von Gängen durchsetzt, kommen aber in № 1 und 2, den obern Gliedern, die aus rothem Schieferthon und rothem Sandstein bestehen, nur selten vor. Diese sich am Fuss der Grampians zeigenden Erscheinungen wiederholen sich an den Sidlaw-Bergen und es scheint, dass in diesem Theile von Schottland vulkanische Ausbrüche am häufigsten in dem ältern Theil der alten rothen Sandsteinperiode waren.

Die angeführten Trappgesteine bestehen hauptsächlich aus Feldspathporphyr und Mandelstein, dessen Einschlüsse zuweilen kalkspathartig, oft aber kalcedonartig sind und schöne Agate bilden. Wir finden auch Thonstein, Klingstein, Grünstein, dichten Feldspath und Tuff. Einige von diesen Gesteinen ergossen sich als Laven über den Meeresboden und umschlossen die daselbst liegenden Quarzgeschiebe, wodurch Konglomerate mit einer Grünsteinhauptmasse entstanden, wie man in Lumley Den an den Sidlaw-Bergen wahrnehmen kann. Zu beiden Seiten der Axe dieser Bergkette (s. Fig. 58) fallen die Lager des dichten Trapps, so wie die aus vulkanischem Sand und Asche bestehenden Tuffe regelmässig nach SO. und NW. und gleichförmig mit dem Schieferthon und Sandstein ab.

Digitized by Google

Aehnliche Trappgesteine finden sich auch in dem alten rothen Sandstein im nördlichen Forfarshire, wo sie unmittelbar von dem gelben Sandstein bedeckt ist, der das Liegende des Bergkalksteins und des Steinkohlengebirges ausmacht.

Silurische Periode. — Aus den Untersuchungen des Herrn Murchison scheint hervorzugehen, dass, als sich die untern silurischen Schichten jenes Landes absetzten, häufig untermeerische vulkanische Ausbrüche statt fanden und die alsdann ausgeworfene Asche und Schlacke Veranlassung zu einer eigenthümlichen Art von Tuffsandstein gaben, der den andern Gesteinen der silurischen Reihe unähnlich und nur an Punkten beobachtbar ist, an denen syenitische und andere Trappgesteine hervorgebrochen sind. Diese Tuffe finden sich an den Abhängen des Wrekin und Caer Caradoc und enthalten silurische Versteinerungen, wie Abdrücke von Encriniten, Trilobiten und Mollusken. Obgleich versteinerungsführend, gleicht das Gestein dennoch einem sandigen Thonsteine der Trappfamilie.

An einigen Punkten von Shropshire und Montgomeryshire wechsellagern dünne, nur wenige Zoll mächtige Lagen von Trapp mit sedimentären Schichten des untern Silursystems. Der Trapp besteht aus Porphyrschiefer und aus körnigem Feldspathgestein und die Lager sind wie die des mitvorkommenden Sandsteins, Kalksteins und Schieferthons zerklüftet und haben dasselbe Streichen und Fallen.

In Radnorshire findet sich ein Beispiel, wo 12 Lagen von geschichtetem Trapp mit Silurschichten und mit Platten (*Flagstones*) in einer

Digitized by Google

Mächtigkeit von 350 Fuss vorkommen. Der lagerartige Trapp besteht aus Feldspathporphyr, Klingstein und andern Varietäten und die zwischengelagerten Llandeiloplatten bestehen aus Sandstein und Schieferthon mit Trilobiten und Graptoliten.

Kambrische vulkanische Gesteine. — In Pembrokeshire wechsellagert geschichteter Grünstein, Feldspathgestein und eine Trappbreccie gleichförmig in mächtigen parallelen Massen mit regelmässig geschichtetem Sandstein und Schiefer des obern kambrischen Systems. Diese Trappmassen müssen in gewissen Zwischenräumen aus vulkanischen Spalten am Meeresboden hervorgebrochen seyn, als Sand, Geschiebe und Schlamm, welche jetzt die mitvorkommenden sedimentären Felsarten bilden, niedergeschlagen wurden.

Professor Sedgwick beschreibt verschiedene Trappmassen in Cumberland, welche die grünen Schiefer des kambrischen Systems begleiten und unter einem versteinerungsführenden Kalkstein liegen. Es finden sich verschiedene Feldspath- und Porphyrgesteine und Grünsteine, nicht allein auf Gängen, sondern auch in gleichförmigen Lagern und hin und wieder findet auch ein Uebergang aus diesen feurigen Gebilden zu dem grünen quarzigen Schiefer statt. Professor Sedgwick nimmt an, dass diese Porphyre gleichzeitig mit dem geschichteten Chloritschiefer gebildet und dass die Materialien zu diesem Schiefer, wenigstens zum Theil, von oft wiederholten untermeerischen Ausbrüchen geliefert wurden.

In den silurischen und kambrischen Gesteinen des Harzes treten eine sehr grosse Menge

Digitized by Google

von Trappmassen auf, von denen wir bereits weiter oben die Augitporphyre der Umgegend von Ilfeld erwähnten. Sie bestehen, da wo sie deutlich gemengt erscheinen, aus Diallag und Hypersthen (siehe Kapitel 7), welche fast immer mit Labrador und Saussurit verbunden sind. Diese Augit- oder Pyroxengesteine erscheinen entweder als Gabbro (Diallag und Saussurit), oder als Hypersthenfels (Hypersthen und Saussurit), oder wenn dies Gemenge, wie sehr oft, Chlorit aufnimmt, als Brongniart's Diabas, der nicht selten porphyr- oder mandelsteinartig ist und im letztern Fall Kugelfels oder Blatterstein genannt wird.

Nicht allein die grosse Verbreitung jener Gesteine in allen Theilen des harzer Schiefergebirges, sondern auch die innige Verbindung mit diesem, die sich sowohl in den mannichfaltigsten Arten räumlicher Verhältnisse, als auch in häufigen petrographischen Verschmelzungen offenbart, sind sehr bemerkenswerthe Erscheinungen. Am gewöhnlichsten sind die Pyroxengesteine nach dem Streichen der Schichten hervorgetreten, nicht selten aber breiten sie sich auch ganz unregelmässig in dem Schiefergebirge aus und durchsetzen dasselbe sogar gangförmig. Die Entstehung dieser Trappmassen erfolgte während der Bildung des Schiefergebirges und jedenfalls vor der des Steinkohlengebirges. Manche Erscheinungen sprechen dafür, dass die Schiefergesteine noch weich waren, als der Trapp hervorbrach.

Digitized by Google

Vierundzwanzigstes Kapitel.

Von dem verschiedenen Alter der plutonischen Gesteine.

Wenn wir die feurige Theorie des Granits, so wie wir sie im 9. Kapitel nachwiesen, annehmen und zugeben, dass verschiedene plutonische Gesteine zu successiven Perioden unter der Oberfläche des Planeten entstanden, so müssen wir auch darauf vorbereitet seyn, grössere Schwierigkeiten bei der genauen Bestimmung des Alters solcher Gesteine zu treffen, als bei den vulkanischen und versteinerungsführenden Formationen. Wir müssen uns erinnern, dass die Ueberzeugung von dem Alter eines jeden gleichzeitigen vulkanischen Gesteins entweder von den Laven entlehnt wird, die auf die alte Oberfläche entweder in der Atmosphäre oder unter dem Meer ausgegossen, oder von Tuffen und Konglomeraten entlehnt worden sind, die ebenfalls auf die Oberfläche abgesetzt wurden und welche entweder selbst organische Reste enthalten, oder zwischen versteinerungsführende Schichten eingelagert sind. Alle diese Beweise sind aber unzulänglich, wenn wir es versuchen, die Chronologie eines Gesteins festzustellen, die in den Eingeweiden der Erde aus dem feurig-flüssigen Zustande krystallisirt ist. In allen diesen Fällen sind wir auf die folgenden Beweise beschränkt: 1) relative Lagerungsverhältnisse; 2) Eindringen und Veränderung der in Berüh-

Digitized by Google

rung stehenden Felsarten; 3) mineralogischer Charakter; 4) eingeschlossene Bruchstücke.

Beweis von dem Alter durch relative Lagerungsverhältnisse. — Unveränderte versteinerungsführende Schichten jeden Alters finden sich unmittelbar auf plutonischen Gesteinen ruhend. Beispiele finden sich zu Christiania in Norwegen, wo die neuern Pliocenniederschläge auf Granit ruhen; in der Auvergne, wo die Süsswassereocenschichten und bei Heidelberg, wo der bunte Sandstein einen ähnlichen Platz einnimmt. In allen diesen und in ähnlichen Fällen ist die niedere Lage mit dem höhern Alter des Granits verbunden. Das krystallinische Gestein war fest, ehe die sedimentären Schichten darauf abgesetzt wurden und die letztern enthalten gewöhnlich abgerundete Geschiebe von dem im Liegenden befindlichen Granit.

Beweis durch Eindrängen und Veränderungen. — Wenn aber die plutonischen Gesteine Gänge in die Schichten auslaufen lassen und sie in der Nähe des Kontaktpunktes auf die im neunten Kapitel angegebene Weise verändern, so ist es klar, dass sie gleich dem eingedrungenen Trapp neuer als die Schichten sind, in welche sie dringen und die sie verändern. Beispiele von der Anwendung dieses Beweises werden wir weiter unten mittheilen.

Beweis durch mineralische Zusammensetzung. — Ohnerachtet einer allgemeinen Gleichförmigkeit des Ansehns der plutonischen Gesteine haben wir im neunten Kapitel gesehen, dass sich manche Abänderungen zeigen, wie Syenit, talkiger Granit und andere. Eine von diesen Abänderungen herrscht oft auf einem sehr ausgedehnten Raume vor und behält

Digitized by Google

daselbst ihren gleichartigen Charakter, so dass, wenn man ihr relatives Alter an einem Punkte bestimmt hat, man ihre Identität an andern leicht wieder erkennen und auf diese Weise mittels eines einzigen Durchschnitts die chronologischen Verhältnisse ganzer Gebirgszüge erkennen kann. Nachdem man z. B. beobachtet hat, dass der syenitische Granit in Norwegen, in welchem sehr viel Zirkon vorkommt, die silurischen Schichten, wo er mit denselben in Berührung kommt, verändert hat, so dürfen wir nicht schwanken, alle Massen desselben Zirkonsyenits im südlichen Norwegen auf dieselbe Bildungsperiode zurückzuführen. (Siehe Kapitel 11.)

Mehrere Geologen haben behauptet, dass das Alter der verschiedenen Granite bis auf eine bedeutende Ausdehnung durch ihren mineralogischen Charakter allein bestimmt werden könne, indem z. B. Granit mit Hornblende, oder Syenit neuer sey, als gewöhnlicher oder glimmerhaltiger Granit. Neuere Untersuchungen haben aber bewiesen, dass diese allgemeinen Annahmen zu voreilig seyen. Der bereits angeführte syenitische Granit Norwegens mag gleichen Alters mit den silurischen Schichten seyn, welche er durchsetzt oder verändert, oder er mag der Periode des alten rothen Sandsteins angehören, wogegen der aus Glimmer, Quarz und Feldspath bestehende Granit von Dartmoor in England, wie wir weiter unten sehen werden, neuer als das Steinkohlengebirge ist.

Beweis durch eingeschlossene Bruchstücke. — Dieses Kriterium kann selten eine grosse Wichtigkeit haben, weil die vom Granit umschlossenen Bruchstücke gewöhnlich so verändert sind, dass man das Ge-

Digitized by Google

stein, von welchem sie entlehnt worden sind, kaum wieder erkennen kann. In den weissen Gebirgen in Nordamerika enthält ein Granit durchsetzender Granitgang Bruchstücke von Schiefer und Trapp, welche in die Spalte gefallen seyn müssen, als die geschmolzenen Materialien des Ganges von unten emporgetrieben wurden. Auf diese Weise wird gezeigt, dass der Granit neuer ist, als gewisse Schiefer- und Trappgesteine. — Unter den verschiedenen Beweisen, dass der Granit des Harzes neuer, als das Grauwacken- und Thonschiefergebirge, können wir auch den hierher gehörigen erwähnen, dass in einem alten Steinbruch unweit Harzburg mitten im Granit Grauwackenstücke mit Spuren organischer Wesen gefunden wurden. Die Grauwacke, welche beim Emporsteigen des flüssigen Granits abgerissen worden seyn mochte, war durch Einwirkung desselben ganz quarzig geworden.

Warum die plutonischen Gesteine der neuen und Pliocenperiode unsichtbar sind. — Die bereits im 8. und 9. Kapitel gegebene Erläuterung der wahrscheinlichen Verhältnisse zwischen den plutonischen und vulkanischen Formationen wird natürlich den Leser zu der Folgerung veranlassen, dass die Gesteine der einen Klasse an oder in der Nähe der Oberfläche niemals gebildet werden können, ohne dass nicht gleichzeitig, oder bald darauf, Glieder der andern darunter entstehen. Es ist nichts Ungewöhnliches, dass Lavenströme mehr als zehn Jahr erfordern, um in der freien Luft abgekühlt zu werden und wenn sie sehr mächtig sind, so gebrauchen sie eine noch längere Zeit. Die von dem Jorullo in Mexiko im Jahr 1759 ausgebrochene geschmolzene Materie, die sich an man-

Digitized by Google

chen Punkten bis zu einer Mächtigkeit von 550 Fuss anhäufte, war ein halbes Jahrhundert nach dem Ausbruche noch glühend. Wir werden daher einsehen, dass grosse Massen von unterirdischer Lava in den vulkanischen Heerden unendliche Zeiträume glühend bleiben und dass die Abkühlung nur sehr stufenweis erfolgt. Zuweilen wird dieselbe auch sehr lange durch frisch hinzukommende Hitze aufgehalten werden; denn wir finden, dass in dem Krater des Stromboli, einer der liparischen Inseln, die Lava seit den letzten 2000 Jahren im beständigen Kochen gegeblieben ist und wir müssen annehmen, dass diese flüssige Masse mit einem darunter befindlichen Behälter von geschmolzener Materie in Verbindung steht. Auch auf der Insel Bourbon, wo seit langer Zeit wenigstens alle zwei Jahr ein Lavenausbruch erfolgt ist, muss die untere Lava in einem stets flüssigen Zustande gewesen seyn. Wenn wir nun folgern dürfen, dass in dem Verlauf eines jeden Jahrhunderts ungefähr 2000 vulkanische Ausbrüche entweder über oder unter den Gewässern des Meeres statt finden, so folgt, dass die Menge der während der neuen Periode entstandenen oder im Entstehen begriffenen plutonischen Felsarten schon sehr bedeutend seyn muss.

Da aber die plutonischen Gesteine in einiger Tiefe in der Erdrinde entstehen, so können sie menschlichen Beobachtungen nur durch spätere Hebungen oder Entblössungen zugänglich gemacht werden. Zwischen der Zeit, in welcher ein plutonisches Gestein unter der Erdoberfläche krystallisirt und dem Zeitraum seiner Emportreibung an irgend einem Punkt über derselben mögen gewöhnlich eine oder zwei geologi-

Digitized by Google

sche Perioden liegen. Wir dürfen daher nicht erwarten, den neuen oder den neuern Pliocengranit an der Oberfläche zu sehen, oder wir müssen zu der Annahme vorbereitet seyn, dass seit dem Anfang der neuern Pliocenperiode ein hinlänglicher Zeitraum verfloss, um Hebungen und Entblössungen zu bewirken. Ein plutonisches Gestein muss daher im Allgemeinen im Verhältniss zu den versteinerungsführenden und vulkanischen Formationen ein bedeutendes Alter haben, ehe es allgemeiner sichtbar wird. Da wir wissen, dass in Südamerika die Emporhebung von Land zuweilen von vulkanischen Ausbrüchen und Lavenausströmungen begleitet gewesen ist, so werden wir einsehen, dass die ältern plutonischen Gesteine durch die neuern derselben Klasse, die nach und nach darunter gebildet wurden, emporgetrieben worden sind — da Auflagerung bei den plutonischen Gesteinen eben so gut wie bei den sedimentären gewöhnlich charakteristisch für eine neuere Entstehung ist.

In Fig. 288 ist ein Versuch gemacht worden, die umgekehrte Ordnung darzustellen, in welcher sedimentäre und plutonische Formationen in der Erdrinde vorkommen.

Das älteste plutonische Gestein, № I., ist in nach einander folgenden Perioden emporgehoben, bis dass es in Gebirgsketten zu Tage gekommen ist. Diese Emportreibung von № I. ist durch die feurige Wirksamkeit, welche die neuen plutonischen Gesteine № II., III. und IV. bildete, bewerkstelligt worden. Auch ein Theil der primären versteinerungsführenden Schichten № I. ist durch dieselbe stufenweise Operation an die Oberfläche gelangt. Es muss bemerkt werden, dass die neuen Schichten № IV.

Digitized by Google

und der neue Granit oder das plutonische Gestein №. IV. in Beziehung auf die Lagerungsverhältnisse am entferntesten von einander, obgleich sie von gleichzeitiger Entstehung sind. Nach dieser Hypothese sind die Erschütterungen mancher Zeiträume erforderlich, ehe neuer Granit so emporgehoben wurde, dass er die höchsten Rücken und Centralaxen der Gebirgsketten bildet. Während der Zeit wurden die neuen Schichten №. IV. mit sehr vielen verschiedenen sedimentären Formationen bedeckt.

Tertiäre plutonische Felsarten. — Wir haben gesehen, dass die Region der Andes während der neuen und während der neuern Pliocenperiode bedeutende emporhebende Bewegungen erlitten hat. Wir dürfen daher hoffen, an irgend einem Punkte dieser Kette tertiäre plutonische Gesteine an die Oberfläche hervorgetreten zu finden. Das, was wir bereits von der Struktur der chilesischen Andes wissen, scheint diese Hoffnung zu verwirklichen. In einem von Herrn Darwin untersuchten Querdurchschnitt zwischen Valparaiso und Mendoza fand er die Cordilleren aus zwei getrennten und parallelen Ketten bestehend, die aus sedimentären Formationen verschiedenen Alters gebildet sind und deren Schichten auf plutonischen Felsarten ruhen, welche dieselben verändert haben. In der westlichen Kette, die Peuquenes genannt, findet sich schwarzer, kalkhaltiger Thonschiefer, der zu der Höhe von fast 14000 Fuss über dem Meer emporgehoben worden ist und in welchem Muscheln aus den Geschlechtern *Gryphaea, Turritella, Terebratula* und *Ammonites* vorkommen. Man nimmt an, dass diese Gesteine das Alter der mittlern Theile der secondären Reihen Eu-

Digitized by Google

ropas haben. Sie sind von Gängen und Gebirgsmassen einer plutonischen Felsart durchdrungen, welche die Textur von gewöhnlichem Granit hat, selten aber Quarz enthält, sondern eine Verbindung von Albit und Hornblende ist.

Die zweite oder östliche Kette besteht hauptsächlich aus Sandsteinen und Konglomeraten von ungeheurer Mächtigkeit, deren Material von den Trümmern der westlichen Kette entlehnt worden ist. Die Geschiebe in den Konglomeraten sind grösstentheils abgerundete Bruchstücke der oben erwähnten versteinerungsführenden Schiefer. Die Aehnlichkeit der ganzen Reihe mit gewissen tertiären Bildungen an den Küsten des stillen Meeres nicht allein in dem Mineralcharakter, sondern auch wegen der eingeschlossenen Braunkohlen und des verkieselten Holzes, veranlasst zu der Folgerung, dass sie ebenfalls tertiär sind. Diese Schichten kommen nicht allein mit Trappgesteinen und vulkanischen Tuffen vor, sondern sind auch durch einen Granit verändert, der neuer, als der in der westlichen Kette ist und aus Quarz, Feldspath und Talk besteht. Ausserdem sind sie von Gängen desselben Granits durchsetzt und führen zahlreiche Trümmer von Eisen-, Kupfer-, Arsenik-, Silber- und Golderzen, welche sämmtlich bis zu dem das Liegende bildenden Granit verfolgt werden können. Wir haben daher viel Grund zu der Annahme, dass die hier nach einem grossen Maasstab in den chilesischen Andes zu Tage ausgehenden plutonischen Felsarten jünger als gewisse tertiäre Formationen sind.

Kreideperiode. — Wir wiesen schon weiter oben im 11. Kapitel nach, dass in den östlichen Pyrenäen sowohl Kreide, als Lias durch

Digitized by Google

Granit verändert worden seyen. Ob nun solcher Granit der Kreide oder den tertiären Formationen angehört, kann nicht genau bestimmt werden. Wir wollen annehmen, es seyen b, c, d, Fig. 289, drei Glieder der Kreidereihe, von denen das unterste b durch den Granit A verändert worden, indem sich der verändernde Einfluss nicht bis c ausdehnte, oder die untern Lager nur wenig angriff. Nun ist es für den Geologen selten möglich, zu entscheiden, ob zur Zeit, als B emporgetrieben und b und c verändert wurden, die Lager d schon existirten, oder ob letztere später auf c niedergeschlagen wurden.

Da aber in den Pyrenäen manche Kreideschichten bis zu einer Höhe von mehr als 9000 Fuss emporgehoben worden sind, so können wir nicht in Abrede stellen, dass nicht plutonische Formationen von demselben Alter bis auf eine Höhe von 2000 bis 3000 Fuss an den Abhängen jener Kette emporgehoben und durch Entblössung zu Tage gekommen seyn sollten.

Periode des Oolits und des Lias. — In dem französischen Departement der obern Alpen, bei Vizille, verfolgte Herr E. de Beaumont einen schwarzen thonigen Kalkstein a, Figur 290, der Belemniten enthielt, bis auf eine Entfernung von wenigen Ellen von einer Granitmasse c. In der Nähe derselben bei b erlangt der Kalkstein eine körnige Textur, ist aber noch sehr feinkörnig. Näher an der Grenze wird er grau und krystallinisch-körnig. An einem andern Punkte, bei Champoleon, nimmt man einen aus Quarz, schwarzem Glimmer und rosenfarbenem Feldspath bestehenden Granit, den sekundären Gesteinen aufgelagert und diese bis auf ungefähr 30 nach unterwärts verändernd

Digitized by Google

wahr. Diese Veränderung vermindert sich in den von dem Granit am entferntesten liegenden Schichten. (Siehe Fig. 290). In der veränderten Masse sind die thonigen Schichten erhärtet, der Kalkstein ist körnig, der Sandstein quarzig geworden und in der Mitte des letztern findet sich eine dünne Lage von unvollkommenem Granit. Es ist ferner ein wichtiger Umstand, dass in der Nähe des Berührungspunktes sowohl der Granit als auch die sekundären Felsarten metallführend werden und Nester und Trümmer von Blende, Bleiglanz, Eisenoxyd und Kupferkies enthalten. Die geschichteten Gesteine werden an der Grenze härter und krystallinischer, der Granit dagegen weicher und verliert an vollkommenem krystallinischen Zustande.

Obgleich der Granit auf dem Durchschnitte Fig. 290 auf den Schichten liegt, so können wir doch nicht behaupten, dass er über dieselben wegströmte, da die Störungen der Schichten in diesem Theile der Alpen so bedeutend sind, dass sie selten ihre ursprüngliche Stellung beibehalten haben.

Auf der Insel Sky durchsetzt eine bedeutende Syenitmasse Kalkstein und Schieferschichten, welche der Liasformation angehören.

Zu Predazzo im südlichen Tyrol werden nach den Beobachtungen des Herrn v. Buch secundäre Schichten, von denen einige Oolitenkalk sind, von plutonischen Gesteinen durchsetzt und verändert, von denen ein Theil Augitporphyr ist, der unmerklich in den Granit übergeht. Der Kalkstein wird in körnigen Marmor verwandelt, der an der Grenze von einem Serpentinband umgeben ist.

Digitized by Google

Kohlenperiode. — Der Granit von Dartmoor in Devonshire wurde früher als eins der ältesten plutonischen Gesteine angesehen, allein es ist jetzt erwiesen, dass er jünger als die dort vorkommenden Steinkohlenflötze ist, die wegen ihrer Lagerungsverhältnisse und weil sie wirkliche Steinkohlenpflanzen enthalten, von den Herren Sedgwick und Murchison als Glieder des wirklichen Steinkohlengebirges angesehen werden. Dieser Granit hat gleich dem syenitischen Granit bei Christiania die geschichteten Formationen durchbrochen, ohne jedoch ihr Streichen wesentlich zu verändern. Dagegen werden nordwestlich von Dartmoor die verschiedenen Glieder des Steinkohlengebirges vom Granit abgeschnitten und werden in dessen Nähe metamorphisch. Auch werden die Schichten von Granit- und Porphyrgängen durchsetzt. Der Cornwalliser Granit hat wahrscheinlich ein gleiches Alter und ist daher so neu, wie die Steinkohlenformation, wenn nicht viel neuer.

Periode des alten rothen Sandsteins. — Die plutonischen Gesteine der Malvernberge in Worcestershire bestehen aus einem granitischen Gemenge von Quarz, Feldspath und Hornblende, oder zuweilen aus Quarz, Glimmer und Feldspath, das in Syenit und Grünstein übergeht. Dieses Gestein hat die benachbarten silurischen Schichten in sehr charakteristischen metamorphischen Schiefer, hauptsächlich in Chlorit- und Glimmerschiefer nebst Gneis verändert und hat die Stellung der Lager des alten rothen Sandsteins und der silurischen Formation verworfen und umgekehrt. Herr Murchison bemerkt, dass verschiedene Perioden der Bewegung statt gefunden haben müssten, durch wel-

Digitized by Google

che die Schichten emporgetrieben und umgebogen wurden, dass aber der Hauptdurchbruch nach dem Absatz des silurischen und eines Theils des alten rothen Systems, dagegen aber früher als die Bildung des Steinkohlengebirges erfolgte, welches ungestört blieb.

Silurische Periode. — Wir haben bereits bemerkt, dass der Granit in der Nähe von Christiania in Norwegen neuer sey, als die silurischen Schichten jener Gegend. Dass er jünger sey als Kalkstein mit Orthoceratiten und Trilobiten, ist bereits vor einem Vierteljahrhundert von L. v. Buch bewiesen worden. Die Beweise beruhen darauf, dass Granitgänge in Thonschiefer und Kalkstein gedrungen sind und die Schichten auf eine bedeutende Entfernung von der Grenze sowohl mit den Gängen als auch mit der Centralmasse, von der jene auslaufen, verändert worden sind. (Siehe Kapitel 9.) Die Lagerungsverhältnisse werden aus Fig. 291 deutlich, an welcher a und b die silurischen Schichten und c den Granit bezeichnen. Die Thonschiefer- und Kalksteinschichten fallen oft gegen den Granit ein, wie bei a und fallen dagegen auf der andern Seite des Gebirges bei b von demselben ab. Untersucht man aber die Grenzen genauer, so sieht man, dass das plutonische Gestein das silurische gangartig durchsetzt, aber es nirgend eigentlich übergreifend überlagert, wie es so häufig mit den Trappmassen der Fall ist.

Von diesem Granit, der neuer als die silurischen Schichten Norwegens ist, laufen Gänge in eine alte Gneisformation derselben Gegend aus und die Verhältnisse der plutonischen Gesteine zu derselben an ihren Grenzen sind von

Digitized by Google

grossem Interesse, wenn wir die Länge der Epoche, welche die Entstehung beider trennt, berücksichtigen.

Die Länge des dazwischen liegenden Zeitraums wird durch folgende Thatsachen bewiesen: — Die versteinerungsführenden oder Uebergangsschichten b, Fig. 292, ruhen ungleichförmig auf den Schichtenköpfen des Gneises a, dessen geneigte Schichten vor der Auflagerung der sedimentären Bildung b gestört und entblösst worden waren.

Die Zeichen der Entblössung sind zweifach. Zuvörderst ist die Oberfläche des Gneises, da, wo die neuern Schichten mit organischen Resten hin und wieder entfernt worden sind, wie gefurcht oder wie polirt; zweitens sind in einigen von den Uebergangschichten Gneisgeschiebe gefunden worden. Daher liegt zwischen der Entstehung des Gneises und des Granits zuerst die Periode, in welcher die Gneisschichten steil gestellt, zweitens die Periode, in welcher sie entblösst wurden und drittens diejenige, in welcher der Niederschlag der Uebergangsschichten erfolgte. Dennoch ist der, nach einem so langen Zwischenraum entstandene Granit oft so genau an den Contaktpunkten mit dem alten Gneis vermengt, dass man nicht im Stand ist, eine andere, als eine sehr willkührliche Grenzlinie zwischen beiden zu ziehen und wo dies nicht der Fall ist, durchschneiden gewundene Granitgänge den Gneis und verlieren sich oft in feinen Schichten, wenn die ältern Gesteine ihrem Eindringen keinen Widerstand entgegensetzten. Wir müssen daher annehmen, dass der Gneis, als er von dem Granit durchdrungen wurde, erweicht, oder mehr oder weniger geschmolzen war. Wären aber solche Grenzen allein zu

Digitized by Google

beobachten und wüssten wir nicht von andern Durchschnitten, welch' langer Zwischenraum zwischen dem Erstarren des Gneises und dem Eindringen dieses Granits verfloss, so dürften wir annehmen, dass der Gneis kaum fest geworden war oder kaum seinen vollständigen metamorphischen Charakter erreicht hatte, als die plutonischen Gesteine in ihn eindrangen. Aus diesem Beispiele können wir lernen, wie unmöglich es ist, zu folgern, ob gewisse Granite in Schottland oder in andern Ländern, von denen Gänge in den Gneis und in andere metamorphische Felsarten auslaufen, primär sind, oder ob sie nicht irgend einer primären oder secundären Periode angehören.

Die ältesten Granite. — Es ist noch kein halbes Jahrhundert seit der Zeit verflossen, als man jeden Granit für primitiv hielt, d. h. behauptete, er sey sämmtlich vor dem Niederschlage der ersten sedimentären Schichten und vor der Schöpfung jedes organischen Wesens entstanden. (Siehe Kapitel 1.) Allein unsere Ansichten haben sich jetzt so verändert, dass es kein leichter Versuch ist, eine Granitmasse ausfindig zu machen, von der sich beweisen lässt, dass sie älter als alle bekannte versteinerungsführende Niederschläge sey. Könnten wir irgend untere kambrische Schichten entdecken, die unmittelbar auf Granit ruhen, fänden sich keine Veränderungen an den Kontaktpunkten und eben so wenig durchsetzende Granittrümmer, so könnten wir überzeugt seyn, dass das plutonische Gestein vor den ältesten bekannten versteinerungsführenden Schichten gebildet worden ist. Eben so würde es voreilig seyn, annehmen zu wollen, dass, wenn wir erst

Digitized by Google

einen geringen Theil der Erde untersucht haben, wir die ältesten versteinerungsführenden Schichten der Erdrinde kennen wollten. Selbst wenn diese aufgefunden worden sind, dürfen wir nicht annehmen, dass es nie ältere Schichten mit organischen Resten gab, die metamorphisch wurden. Finden wir Granitgeschiebe in einem Konglomerat des untern kambrischen Systems, so dürfen wir überzeugt seyn, dass der Granit, von denen sie abstammen, vor der Bildung der untern kambrischen Formation schon vorhanden war. Sind aber die aufgelagerten Gesteine nur silurische oder obere kambrische, so wird doch der im Liegenden vorkommende Granit, obgleich sehr alt, dennoch jünger als die bekannten versteinerungsführenden Formationen seyn.

Emportreibung von festem Granit. — Bei Brera in der schottischen Provinz Sutherlandshire findet sich gewöhnlicher aus Feldspath, Quarz und Glimmer bestehender Granit in unmittelbarer Berührung mit Oolitschichten und ist, ganz offenbar zu einer weit spätern Zeit als die Schichten gebildet, an die Oberfläche emporgehoben worden. Die Herren Sedgwick und Murchison behaupten, dass diese Hebung erfolgte, als der Granit bereits eine feste Form angenommen hatte und dass, indem er die untermeerischen Niederschläge, mit denen er vielleicht ursprünglich nicht in Berührung stand, durchbrach, diess so geschah, dass er eine Breccie (Reibungsbreccie) an der Grenze bildete. Diese Breccie besteht aus Bruchstücken von Schieferthon, Sandstein und Kalkstein mit Oolitversteinerungen und alle diese sind durch ein kalkiges Bindemittel vereinigt. In einiger Entfernung von dem Granite sind die secundären

Schichten nur wenig gestört, allein mit der Nähe wird auch die Veränderung bedeutender.

Nehmen wir an, dass feste hypogene Gesteine geschichtet, in solchen Fällen emporgetrieben worden sind und nachgiebige sedimentäre Niederschläge durchbrochen haben, so sind wir in den Stand gesetzt, manche sonst unerklärliche geologische Erscheinungen zu erläutern. So findet man z. B. zu Weinböhla und bei Hohnstein unweit Meissen in Sachsen eine Granitmasse, welche auf einem Raume von 900 bis 1200 Quadratfuss Schichten der Kreide und der Oolitperiode bedeckt. Nach genauen Untersuchungen dieser interessanten Lagerungsverhältnisse scheint es, dass der Granit in fester Form in seine jetzige Stellung gelangt ist. Man findet an der Grenze keine die Schichten durchsetzenden Gänge, keine Veränderung, wie sie Hitze veranlasst, aber offenbare Zeichen der Reibung und an manchen Punkten eine Reibungsbreccie oder ein Reibungskonglomerat, in welchem Granitstücke mit gebrochenen Bruchstücken der secundären Gesteine vermengt sind. So wie der Granit an vielen Punkten übergreifend auf Kreide und Lias gelagert ist, so ist auch letzterer an einigen Punkten über Kreideschichten gebogen.

Alter des Granits auf der Insel Arran. — Auf dieser Insel, der grössten in dem Firth des Clyde an der Westküste von Schottland, finden sich die vier grossen Klassen von Felsarten, die versteinerungsführenden, vulkanischen, plutonischen und metamorphischen, sämmtlich auf einem sehr beschränkten Raum und mit den ihnen eigenthümlichen entgegengesetzten Kennzeichen. Im Norden der Insel erreicht der

Digitized by Google

Granit eine Höhe von fast 3000 Fuss über dem Meere und endigt in Felsenspitzen. An den Abhängen des Gebirges findet man Chloritschiefer, blauen Dachschiefer und andere Gesteine der metamorphischen Ordnung (A auf dem Durchschnitte der Insel, Fig. 293), welche von Granitgängen durchsetzt werden. Die Granitmasse ist mit B bezeichnet. Diese Schiefer haben ein sehr starkes Fallen. Auf ihren Schichtenköpfen liegen ungleichförmig Lager von Konglomerat und Sandstein, auf welche verschiedene Schieferthone und Kalksteine mit Versteinerungen der Steinkohlenperiode abgesetzt worden sind. Alle diese secundären Schichten (C) erscheinen in der Nähe der hypogenen Gesteine sehr aufgerichtet und umgestürzt, in einiger Entfernung von denselben, auf dem südlichen Theile von Arran liegen sie aber horizontal. Endlich durchsetzen die vulkanischen Gesteine, welche aus Grünstein, Pechstein, Thonstein, Porphyr und andern Varietäten bestehen, alle andern Formationen, den Granit, in welchem sie Gänge bilden, so gut wie den Sandstein, welchem sie in 50 bis 700 Fuss mächtigen Massen aufgelagert erscheinen.

Da nun die verschiedenen Arten von Trappgesteinen alle übrigen Formationen durchsetzen, so sind sie sicher die jüngsten Felsarten auf Arran. Der rothe Sandstein und andere secundäre Schichten sind älter als der Trapp, aber neuer als die metamorphischen Schiefer, denn das Konglomerat der rothen Sandsteinformation ruht nicht allein ungleichförmig auf dem Schiefer, sondern enthält auch abgerundete Geschiebe dieser krystallinischen Schichten. Eben so ist es auch gewiss, dass der Schiefer das älteste

Digitized by Google

Gestein auf der Insel ist; aus schon angegebenen Gründen ist er älter als der Trapp und rothe Sandstein, der Granit aber muss jünger seyn, da er in Gängen in ihn eindringt. Der einzige chronologische Punkt, in welchem eine Zweideutigkeit statt finden kann, bezieht sich auf die plutonischen Formationen; sie sind, wie vorher bemerkt, neuer als der krystallinische Schiefer, allein können wir auch entscheiden, dass sie ebenfalls jünger als der secundäre Sandstein sind?

Nun ist es eine bemerkenswerthe und sehr auffallende Thatsache, dass bis jetzt noch keine Granitgeschiebe in den Konglomeraten des rothen Sandsteins auf Arran gefunden worden sind, obgleich mehrere Chronologen sehr sorgfältige Untersuchungen darnach angestellt haben und obgleich die Konglomerate im Allgemeinen hauptsächlich aus Bruchstücken älterer Gesteine aus der unmittelbaren Nachbarschaft bestehen. Der völlige Mangel solcher Geschiebe hat alle Geologen, welche Arran besuchten und dort Konglomerate von mehrern hundert Fuss Mächtigkeit fanden, in Erstaunen gesetzt. Sie sind an dem Fusse der Granitgebirge abgelagert, welche sich über dieselben in weit malerischern Formen erheben, als in irgend einem andern Gebirge Schottlands von gleicher Zusammensetzung. Wir dürfen daher zuversichtlich folgern, dass, als Sandstein und Konglomerat gebildet wurden, kein Granit die Oberfläche erreicht hatte, oder der Entblössung in dieser Gegend ausgesetzt worden war. Der krystallinische Schiefer war in Sand und in Geschiebe verwandelt, als diese Konglomerate gebildet wurden, allein die Wellen hatten nie auf Granit gewirkt, von welchem Gänge in den

Digitized by Google

Schiefer ausliefen. Dürfen wir denn nun folgern, dass der Schiefer eine Entblössung erlitt, ehe der Granit empordrang? Obwohl diese Meinung nicht widerlegt werden kann, so wird sie doch auch eben so wenig durch irgend eine Ueberzeugung unterstützt. Zu der Zeit, als der rothe Sandstein entstand, bildeten die metamorphischen Schichten Inseln im Meere, wie Figur 294 zeigt, über welche die Brandung rollte, oder von denen Bäche und Flüsse herabkamen und Geschiebe und Sand mit sich führten. Die plutonischen Gesteine (B) mochten vorher bis auf eine gewisse Entfernung von der Oberfläche emporgetrieben und mochten nie der Entblössung ausgesetzt gewesen seyn.

Was nun die Zeit, so wie die Art und Weise der folgenden Emportreibung der hypogenen Felsarten auf Arran betrifft, so sind dies Fragen, deren Beantwortung hier viel zu weit führen würde. Wir bemerken nur, dass die Masse der krystallinischen Gesteine in fester Form gehoben worden seyn mochte und es ist klar, dass sie während oder seit der Periode ihrer Emporhebung eine bedeutende Entblössung erlitten hat. Diese Einwirkung wird durch dreifachen Beweis bestätigt: 1) Durch das Vorkommen von Geschieben und mächtigen erratischen Blöcken von Granit und Schiefer, die über der Oberfläche von Arran und des benachbarten Festlandes verbreitet liegen. 2) Durch die plötzliche Abstumpfung der Gänge, wie des bei d, Fig. 293, der an der Oberfläche des Granits weggebrochen worden ist. 3) Durch die Thatsache, dass nicht allein die sekundären Schichten, sondern auch die ungeheuern Trappmassen, welche denselben aufgelagert sind, an den Grenzen des

Digitized by Google

Granits und des Schiefers plötzlich endigen, indem sie gegen dieselben oft sehr steil abfallen und über welche sie sich, wenigstens auf eine gewisse Strecke, ursprünglich ausgedehnt haben müssen.

Fünfundzwanzigstes Kapitel.

Von dem verschiedenen Alter der metamorphischen Felsarten.

Nach der in dem 11. Kapitel angenommenen Theorie ist das Alter einer jeden Reihe metamorphischer Schichten zweifach; sie sind zu einer Zeit niedergeschlagen und zu einer andern krystallinisch geworden. Wir dürfen kaum hoffen, mit Genauigkeit den Zeitpunkt beider Perioden bestimmen zu können, indem die Versteinerungen durch plutonische Einwirkung zerstört worden sind und der mineralogische Charakter zu allen Zeiten sich gleich bleibt. Ueberlagerung selbst ist ein zweideutiger Beweis, besonders wenn wir die Periode der Krystallisation zu bestimmen wünschen. Nehmen wir z. B. an, wir hätten die Ueberzeugung, dass gewisse metamorphische Schichten in den Alpen, die von Kreideschichten bedeckt sind, veränderter Lias seyen, so kann derselbe die krystallinische Textur in der Kreide- oder in irgend einer tertiären Periode, z. B. in der eocenischen, erlangt haben. Wenn in der letztern, so muss man die

Digitized by Google

Felsart, als metamorphische betrachtet, eine Eocene nennen, obgleich sie in Beziehung auf ihre Bildung betrachtet, Lias ist. Nach dieser Ansicht verhindert die Ueberlagerung der Kreide nicht, dass die in deren Liegenden befindliche metamorphische Felsart eocenisch ist. Wenn wir aber bei fortschreitenden Kenntnissen dahin gelangen, die doppelten chronologischen Verhältnisse der metamorphischen Formationen bestimmen zu können, so dürfte es auch zweckmässig seyn, eine doppelte Terminologie anzunehmen. Wir könnten die erwähnten Schichten Liasischeocene- oder liasische Kreideschichten nennen, welche erstere Bezeichnung sich auf den Zeitraum des Niederschlags und die andere auf den der Krystallisation bezieht. Nach dieser Methode würden die in dem vorhergehenden Kapitel erwähnten Chloritschiefer, Glimmerschiefer und Gneis der Malvernberge in Worcestershire zu der silurischen alten rothen Sandsteinperiode gehören, weil sie silurische Schichten sind, die während des Absatzes von dem alten rothen Sandstein in metamorphische Gesteine umgewandelt wurden.

Wir haben bei der Untersuchung über das Alter der plutonischen Felsarten gesehen, dass es Beispiele von verschiedenen primären, secundären und tertiären Niederschlägen gibt, die an ihren Grenzen mit dem Granit in metamorphische Gesteine verwandelt worden sind. Es kann in diesen Fällen kein Zweifel obwalten, dass die einst aus Schlamm, Sand und Geschieben, oder Thon, Mergel und muschelführenden Kalkstein bestehenden Schichten auf einer Entfernung von mehrern Yards und in einigen Beispielen von mehrern hundert Fuss in Gneis, Glimmer-

Digitized by Google

schiefer, Hornblendeschiefer, Chloritschiefer, Quarzfels, Statuenmarmor etc. verwandelt worden sind, wie wir in den 10. und 11. Kapiteln näher gesehen haben.

Ist aber die metamorphische Wirksamkeit nach einem grössern Maasstab erfolgt, so sind alle Denkmähler von dem Zeitpunkte, zu welchem sie statt fand, verschwunden. Es mag leicht seyn, die Gleichheit zweier verschiedener Theile von einer und derselben Schicht zu beweisen, der einen, wo die Felsart mit der vulkanischen oder plutonischen Masse in Berührung stand und wo sie in Marmor oder Hornblendeschiefer verwandelt worden ist und einen andern, nicht weit davon entfernten, wo dieselben Lager unverändert und versteinerungsführend geblieben sind. Haben wir aber zwei Theile einer Gebirgskette zu vergleichen, von denen die eine metamorphisch und die andere unverändert ist, so erfordert es die ganze Aufmerksamkeit und Geschicklichkeit des geübten Beobachters. Wir wollen ein oder zwei Beispiele der Veränderung nach einem grossen Maasstab erwähnen, um dem Anfänger die Art und Weise deutlich zu machen, wie man zu der Folgerung gelangen kann, dass bedeutende Massen versteinerungsführender Schichten in krystallinische Gesteine umgewandelt worden sind.

Nördliche Apenninen. — Carrara. — Der berühmte Marmor von Carrara, welcher zur Skulptur angewendet wird, wurde einst als Typus eines primitiven Kalksteins angesehen. In den Gebirgen von Massa Carrara, oder in den sogenannten apuanischen Alpen, deren höchste Spitzen fast 6000 Fuss erreichen, ist er in Menge vorhanden. Das hohe Alter dieses Gesteins

Digitized by Google

wurde aus seiner mineralischen Textur, so wie aus seinem Uebergang in den im Liegenden befindlichen Talkschiefer und granathaltigen Glimmerschiefer gefolgert. Diese Schiefergesteine gehen ihrerseits nach unten zu in Gneis über, der bei Forno von Granitgängen durchsetzt ist. Neuere Untersuchungen haben bewiesen, dass dieser Marmor umgewandelter Kalkstein der Oolitperiode, dass die darunter liegenden krystallinischen Schiefer durch plutonische Einwirkung veränderte sekundäre Sandsteine und Schieferthone seyen. Um diese Folgerung machen zu können, wurde nämlich zuvörderst nachgewiesen, dass die Kalkgesteine am Golf von Spezia, die sehr viel Oolitversteinerungen enthalten, eine dem karrarischen Marmor ähnliche Textur annehmen, in dem Maas, als sie mehr und mehr von Trapp- und plutonischen Gesteinen, wie Diorit, Gabbro, Serpentin und Granit, die in derselben Gegend vorkommen, durchdrungen werden.

Man fand, dass an Orten, wo die sekundären Formationen unverändert sind, die oberste aus gewöhnlichem Apenninenkalk besteht, der Feuersteinnieren enthält. Unter demselben findet sich Schieferthon und zu unterst thoniger und kieseliger Sandstein. In dem Kalksteine finden sich viele Versteinerungen, allein in dem darunterliegenden Schieferthon und Sandstein sind sie selten. Nun hat man einen stufenweisen Uebergang von diesen Gesteinen in eine andere und correspondirende Reihe, die vollkommen metamorphisch ist, verfolgt. Oben finden wir einen weissen körnigen Marmor, der gar keine Versteinerungen enthält und ohne alle Schichtung ist, in dem sich zwar keine Feuersteinnieren finden, in welchem aber statt dessen Kieselsub-

Digitized by Google

stanz in Gestalt von Quarzprismen durch die ganze Masse vertheilt ist. Unter diesem Marmor findet sich statt des Schieferthons Talkschiefer, Jaspis und Hornstein und im Liegenden statt des Sandsteins Quarzfels und Gneis. Hätten die sekundären Schichten der Apenninen allgemein solch' eine Umwandlung erlitten, so würde es unmöglich gewesen seyn, eine Folgerung auf ihr wirkliches Alter zu machen und dann würden sie nach der gewöhnlichen Methode der geologischen Klassifikation zu den primären Gesteinen gerechnet worden seyn. In diesem Falle würde der Zeitpunkt ihrer Entstehung auf eine frühere Periode auf die der untern kambrischen Schichten zurückgeführt werden, obgleich sie wirklich in der Oolitperiode gebildet und in einer spätern unbekannten Epoche umgewandelt wurden.

Schweizer Alpen. — In den Alpen sind in Beziehung auf die Wechsellagerung der Schichten ähnliche Folgerungen nach einem noch grössern Maasstabe gemacht worden. In dem östlichen Theile der Kette sind einige von den primären versteinerungsführenden nebst den ältern sekundären Formationen und mit dem Oolit und der Kreide deutlich erkennbar. Auch tertiäre Ablagerungen erscheinen in einer minder hohen Stellung an den Abhängen der östlichen Alpen; in den Central- oder Schweizer Alpen aber verschwinden die primären versteinerungsführenden und die ältern sekundären Formationen und die Kreide-, Oolit- und Liasschichten gehen unmerklich in metamorphische Gesteine über, die aus körnigem Kalkstein, Talkschiefer, talkigem Gneis, Glimmerschiefer und andern Abänderungen bestehen. In Beziehung auf das Alter die-

Digitized by Google

ser ungeheuren Anhäufung von krystallinischem Schiefer können wir nur als bestimmt bemerken, dass einige von den obern Theilen veränderte neuere sekundäre Schichten sind; allein wir können nicht umhin, die Behauptung aufzustellen, dass das Verschwinden sowohl der ältern sekundären als auch der primären versteinerungsführenden Gesteine davon herrühren mag, dass sie in ihrer Gegend sämmtlich in krystallinischen Schiefer verwandelt worden sind.

Es hält schwer, denen, welche die Alpen nie sahen, einen richtigen Begriff von den verschiedenen Beweisen zu geben, welche diese Ueberzeugung veranlassen. Zuvörderst gibt es gewisse Punkte, wo Schichten von Oolit, Lias und Kreide an der Grenze mit Granit in körnigen Marmor, Gneis und andere metamorphische Schichten umgewandelt worden sind. Diese Thatsache zeigt unleugbar, dass in den Alpen bis zu der neuesten Zeit herab, selbst nach dem Niederschlag einiger der neuern sekundären Formationen, plutonische Ursachen zu wirken fortgefahren haben. Nachdem dieser Punkt festgestellt worden ist, werden wir um so eher annehmen, dass manche untere versteinerungsführende Gesteine, die einer ähnlichen Wirkung, wahrscheinlich eine längere Zeit hindurch, ausgesetzt wurden, auf eine noch bedeutendere Ausdehnung metamorphisch geworden sind.

In einigen Theilen der Schweizer Alpen finden wir bedeutende Schichtenmassen von dem Alter des Grünsandes und der Kreide, welche jene halb krystallinische Textur angenommen haben, die Werner als charakteristisch für die Uebergangsgesteine angab und welche seine Schüler, die grossen Werth auf den Mineralcharakter

Digitized by Google

legten, veranlasste, jene alpinischen Schichten den Uebergangsformationen oder den Gruppen beizuzählen, die älter als die untersten sekundären Felsarten sind. (Siehe Kapitel 12.) Nun ist es wahrscheinlich, das diese Schichten, obwohl in einem weit geringern Grade, von derselben plutonischen Wirksamkeit angegriffen worden sind, welche so viele von den untenliegenden Formationen gänzlich verändert und metamorphisch gemacht hat; denn in den Alpen ist diese Einwirkung durchaus nicht auf die unmittelbare Nachbarschaft des Granits beschränkt. Wirklich gehen Granit und andere plutonische Gesteine selten zu Tage aus, unerachtet die innere Struktur des Gebirges in den tiefen Thälern und Schluchten dargelegt worden ist. Dass sie in nicht bedeutender Tiefe unter der Oberfläche wirklich vorhanden sind, erleidet gar keinen Zeifel und wir haben bereits im 9. Kapitel gesehen, dass an einigen Punkten, wie in Valorsine, in der Nähe des Mont Blanc, Granit und Granitgänge beobachtbar sind, welche kalkigen Gneis durchsetzen, der nach oben zu unmerklich in sekundäre Schichten übergeht.

In den Schweizer und Savoyeschen Alpen findet der Geolog mehr als in irgend einer Gegend von Europa Zeichen einer heftigen Entwickelung plutonischer Wirksamkeit, mittels welcher Schichten von Tausenden von Fussen Mächtigkeit gebogen, gebrochen und übergestürzt worden sind. (Siehe Kapitel 5.) In den Alpen sind sekundäre Meeresformationen von verhältnissmässig geringem Alter, wie der Oolit und die Kreide, zu Höhen von 10,000 bis 12,000 Fuss über der Meeresfläche emporgehoben worden und selbst tertiäre Schichten, dem Anschein nach aus

Digitized by Google

der Miocenperiode, haben eine Höhe von 4000 bis 5000 F., d. h. wie die höchsten Gebirge Deutschlands, Englands und Schottlands erreicht.

Die bekannten Schweizer Geologen Studer und Hugi behaupten, dass vollkommene Wechsellagerungen nach einem grossen Maasstabe von sekundären, versteinerungsführenden Schichten mit Gneis und andern Gesteinen von deutlich metamorphischer Textur vorkommen. Ich habe mehrere der merkwürdigsten von ihnen angeführten Lokalitäten untersucht und obgleich ich mit ihnen darin übereinstimme, dass Uebergänge der versteinerungsführenden Gebirgsarten in die metamorphischen weit von dem Kontakt des Granits und anderer plutonischer Gesteine stattfindet, so konnte ich mich doch nicht überzeugen, dass die deutliche Wechsellagerung sehr krystallinischer mit den oben angeführten unveränderten Schichten nicht auf eine andere Weise erklärt werden sollte. An einem der vom Professor Studer beschriebenen Durchschnitten in den höchsten Berner Alpen, namentlich in dem Roththal, welches an der Nordseite der Jungfrau an die Linie des ewigen Schnees grenzt, beobachtete ich eine 1000 Fuss mächtige und 15,000 Fuss lange Gneismasse, die nicht allein Schichten mit Oolitversteinerungen aufgelagert, sondern von denselben auch bedeckt worden war. Diese anomalen Erscheinungen mögen sich zum Theil dadurch erklären lassen, dass man annimmt, es seyen grosse massive Keile von eingedrungenem Gneis von der Seite zwischen die Schichten getrieben worden, zu denen er sich in manchen Durchschnitten ungleichförmig verhält. Auch die Ueberlagerung des Gneises auf den Oolit mag in manchen Fällen der Umstür-

Digitized by Google

zung der ursprünglichen Lage der Schichten zugeschrieben werden, welches nichts Ungewöhnliches in einem Gebirge seyn kann, in welchem die Umwälzungen nach einem so grossen Maasstabe statt gefunden haben.

Auch am Sattel, am Fuss des Gestellihorns, oberhalb Enzen, im Urbachthal bei Meyringen müssen meines Erachtens nach einige von den Einkeilungen des Gneises zwischen versteinerungsführende Schichten mechanischen Umwälzungen zugeschrieben werden. Fast jede Hypothese von wiederholten Veränderungen der Lage mag in einer Gegend von einer so ausserordentlichen Verwirrung in Anspruch genommen werden. Die sekundären Schichten mochten zuerst senkrecht gewesen und es mochten alsdann gewisse Theile metamorphisch geworden seyn (indem der plutonische Einfluss von unten emporstieg), während dazwischenliegende Schichten unverändert blieben. Darauf mochte die ganze Schichtenreihe in eine fast horizontale Lage geworfen worden seyn, indem dadurch eine Ueberlagerung von krystallinischen auf versteinerungsführende Formationen veranlasst wurde.

Wir bemerkten in dem vorhergehenden Kapitel, dass, da die hypogenen Gesteine, sowohl geschichtete als ungeschichtete, ursprünglich in einer gewissen Tiefe unter der Oberfläche krystallisirten, sie, ehe sie emporgehoben wurden und am Tage erschienen, ein bedeutendes Alter im Verhältniss zu einem grossen Theil der versteinerungsführenden und vulkanischen Gesteine haben mussten. Sie mochten zu allen Zeiten gebildet worden seyn, allein ehe sie sichtbar wurden, mussten sie über das Meeresniveau emporgehoben werden und einige von den Ge-

Digitized by Google

birgsarten, welche sie vorher verbargen, mussten durch Entblössung entfernt worden seyn. Indem wir uns auf die Taf. 1 beziehen, müssen wir bemerken, dass die zuletzt abgesetzten Schichten A jeder menschlichen Beobachtung durch das Meer entzogen werden, während die gleichzeitigen metamorphischen Gesteine C in noch grösserer Tiefe vorhanden sind, wie es auch mit den plutonischen Gesteinen D von gleichem Alter der Fall ist. Wir werden auch bemerken, dass die neuerlich metamorphisch gewordenen Schichten C eben so wenig Theile von A, als auch von den unmittelbar vorhergehenden Gruppen a, b, c, sondern dass sie Theile von weit ältern Formationen d, e, f, g, h, i sind. Nehmen wir nun an, dass der auf Taf. 1 dargestellte Theil der Erdrinde an verschiedenen Punkten eine lange Reihe von hebenden und senkenden Bewegungen erlitten habe, so wird das Lager A hin und wieder zum Theil emporgehoben und in trockenes Land verwandelt werden, wogegen die hypogenen Gesteine C, D, obwohl sie der Oberfläche näher gebracht worden sind, dennoch sehr wahrscheinlich der Beobachtung entzogen bleiben werden. Man lasse eine zweite Periode verfliessen, während welcher die Felsarten A an einem Punkte mehrere tausend Fuss hoch gehoben werden und dennoch werden die Gesteine C und D fast überall verborgen bleiben. Während einer dritten Periode, wenn die geschichteten Formationen A über grosse Länder hinweg trocken gelegt worden sind und die Gipfel einiger alpinischen Ketten erreicht haben, mögen die hypogenen Formationen durch ähnliche Ursachen ebenfalls emporgetrieben und über dem Meeresniveau an den Tag gekommen

Digitized by Google

seyn. Jedoch werden sie nicht länger als neue Felsarten gelten, indem der Geolog bereits mit neuern, sowohl versteinerungsführenden, als vulkanischen Gruppen bekannt ist. Der Anfänger wird alsdann auch einsehen, wie unmöglich es zu beweisen seyn mag, dass die Schichten C zur Zeit des Niederschlags von A metamorphisch wurden und wie schwierig es ist, das Alter von C, als eine Reihe von metamorphischen Gesteinen, nicht zu übertreiben, wenn der entfernte Zeitpunkt ihres Niederschlags bestimmt ist und die verhältnissmässig neue Periode ihrer Krystallisation unbestimmt bleibt.

Reihefolge der Auflagerung bei den metamorphischen Felsarten. — Bei den metamorphischen Felsarten findet keine allgemeine und unveränderliche Ordnung der Ueberlagerung statt, obwohl eine besondere Anordnung durch sehr ausgedehnte Gegenden vorherrschen mag, eben so wie eine solche bei den sedimentären Formationen zu verfolgen ist, von denen die krystallinischen Schichten entlehnt sind. So haben wir z. B. gesehen, dass in den Apenninen bei Carrara die absteigende Reihefolge, wo sie metamorphisch ist, besteht: 1) aus körnigem Marmor; 2) aus Talkschiefer; 3) aus Quarzfels und Gneis. Da, wo die Felsarten unverändert sind, ist sie folgende: 1) versteinerungsführender Kalkstein; 2) Schieferthon; 3) Sandstein.

Untersuchen wir aber verschiedene Gebirgsketten, so finden wir Gneis, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer, Chloritschiefer, hypogenen Kalkstein und andere Felsarten, die in jedmöglicher Ordnung auf einander folgen und mit einander wechsellagern. Gewöhnlich ist das ober-

Digitized by Google

ste Glied der metamorphischen Reihe irgend eine Abänderung von Thonschiefer, allein dies veranlasst uns durchaus nicht zu der Annahme, dass aller Thonschiefer am Schluss einer imaginären Periode gebildet wurde, als der Niederschlag der krystallinischen Schichten dem der gewöhnlichen sedimentären Absätze wich. Solche Thonschiefer sind wirklich in ihrer Zusammensetzung sehr verschieden und wechseln zuweilen mit versteinerungsführenden Schichten, so dass man sie eben so gut zu den sedimentären, als metamorphischen Gesteinen rechnen kann. Wurden sie einer stärkern plutonischen Einwirkung unterworfen, so mochten sie wahrscheinlich in Hornblendeschiefer, blättrigen Chloritschiefer, schuppigen Talkschiefer, Glimmerschiefer und in andere vollkommener krystallinische Gesteine, so wie sie gewöhnlich mit dem Gneis vorkommen, umgewandelt werden.

Gleichartigkeit des mineralogischen Charakters bei den hypogenen Felsarten. — Die hauptsächlichsten Arten der hypogenen Felsarten verschiedenen Alters und verschiedener Gegenden haben ohne allen Zweifel eine grosse und auffallende allgemeine Aehnlichkeit; jedoch müssen wir uns hier in das Gedächtniss zurückrufen, dass diese Gesteine geologische Familien und nicht bestimmte Mineralverbindungen sind. Sie haben ein weit gleichartigeres Ansehn, als die sedimentären Bildungen, weil diese letztern oft aus Bruchstücken bestehen, die eine sehr verschiedene Form, Grösse und Farbe haben, Versteinerungen sehr verschiedener Art umschliessen und von der Einmengung verschiedener Arten von Niederschlägen eine sehr verschiedenartige Färbung erlangen. Schmelzen

die Materialien solcher Schichten und krystallisiren sie alsdann, so werden sie chemischen Gesetzen unterworfen, die, einfach und gleichartig in ihrer Wirkung, in jedem Klima dieselben und gänzlich ungestört durch mechanische und organische Ursachen sind.

Democh würde es sehr irrig seyn, wollte man annehmen, dass die hypogenen Felsarten, als Aggregate einfacher Mineralien betrachtet, wirklich gleichartiger in ihrer Zusammensetzung seyen, als die verschiedenen Glieder der sedimentären Reihen. Zuvörderst kommen verschiedene Massen hypogener Felsarten in verschiedenen Gegenden vor und zweitens sind die gleichen Namen führenden Felsarten in verschiedenen Gegenden in ihren Gemengtheilen, oder wenigstens in den Verhältnissen, in denen dieselben auftreten, sehr verschieden. So finden sich z. B. Gneis und Glimmerschiefer in dem sächsischen Erzgebirge und in den schottischen Grampians sehr häufig, wogegen sie im Harz, in Kumberland, Wales und Kornwall fehlen; in einem Theil der schweizer und der italienischen Alpen sind Gneis und Granit talkhaltig und nicht glimmerführend, wie gewöhnlich. In dem schottischen Granit herrscht Hornblende vor, in dem kornwaliser Schörl; in den plutonischen Gesteinen der Andes Albit, in denen von Europa Feldspath. In einem Theil von Schottland ist der Glimmerschiefer voll von Granaten, während sie in einem andern Theile gänzlich fehlen; in Südamerika ist es der Gneis, welcher Granaten führt und nicht der Glimmerschiefer. Und nicht allein die verhältnissmässigen Mengen von Feldspath, Quarz, Glimmer, Hornblende und andern Mineralien sind in den hypogenen Felsarten glei-

Digitized by Google

ches Namens verschieden, sondern was noch wichtiger ist, die Bestandtheile desselben einfachen Minerals sind, wie wir bereits im 7. Kapitel sahen, nicht immer konstant.

Warum die metamorphischen Schichten weniger Kalk enthalten, als die versteinerungsführenden. — Man hat die Beobachtung gemacht, dass die Menge der Kalksubstanz in den metamorphischen Schichten oder vielmehr in den hypogenen Formationen im Allgemeinen weit geringer, als in den versteinerungsführenden Niederschlägen ist. So enthalten die krystallinischen Schiefer der Grampians in Schottland, welche aus Gneis, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer und andern Gesteinen von vielen tausend Fuss Mächtigkeit bestehen, eine sehr geringe Menge von Kalklagern, die fast allen Gliedern des Gebirges eingelagert vorkommen, obgleich dasselbe danach in Folge ökonomischer Zwecke sehr genau untersucht worden ist. Wo viel Kalkstein in Verbindung mit den hypogenen Felsarten vorkommt, wie zu Carrara und in manchen Theilen der Alpen, bildet er gewöhnlich eins von den obern Gliedern der krystallinischen Gruppe.

Das wenige Vorkommen des kohlensauren Kalks in den plutonischen und metamorphischen Felsarten im Allgemeinen, scheint das Resultat irgend einer allgemeinen Ursache zu seyn. So lange als man annahm, dass die hypogenen Felsarten vor der Schöfung der organischen Wesen entstanden seyen, war es leicht, den Mangel an Kalkstein durch das Nichtvorhandenseyn von den Mollusken und Zoophyten, durch welche Muscheln und Korallen abgeschieden wurden, beizumessen. Schreiben wir aber die krystallini-

Digitized by Google

schen Formationen plutonischer Wirksamkeit zu, so müssen wir natürlich fragen, ob dieselbe nicht das Bestreben haben muss, Kohlensäure und Kalkstein aus den Substanzen zu vertreiben, welche sie einer ganzen oder halben Schmelzung unterwirft. Obgleich wir nicht in die unterirdischen Regionen, wo vulkanische Hitze entwikkelt wird, hinabzusteigen vermögen, so können wir doch in Gegenden erloschener Vulkane, wie in der Auvergne und im Florentinischen, Hunderte von kalten und warmen Quellen beobachten, die aus dem Granit und aus andern Felsarten hervorkommen und deren Gewässer sehr viel kohlensauren Kalk enthalten. Die Menge von Kalksubstanz, welche diese Quellen in dem Verlauf von Jahrhunderten von den untern Theilen der Erdrinde den obern oder neu gebildeten Theilen derselben zuführen, muss sehr bedeutend seyn.

Wäre die Menge der von solchen Quellen emporgeführten Kiesel- und Thonsubstanzen bedeutend, statt dass sie wirklich nur geringfügig sind, so könnte man behaupten, dass die auf diese Weise emporgeführten Mineralsubstanzen nur von der Zersetzung gewöhnlicher unterirdischer Felsarten herrührten. Allein das ungeheure Uebermaas des kohlensauren Kalks über jeden andern Grundstoff muss im Verlauf der Zeit Veranlassung werden, dass die Erdrinde unter der Oberfläche fast aller ihrer Kalkbestandtheile beraubt wird, während wir wissen, dass durch dieselbe Wirkung den neuern Bildungen, mögen sie nun im Meer oder in Seen vor sich gehen, einen Ueberschuss von kohlensaurem Kalk enthalten. Die Kalksubstanz wird diesen Seen und Meeren durch Tausende von Quellen

Digitized by Google

und Flüssen zugeführt, so dass ein Theil von fast jedem kalkigen Gestein, sowohl der chemisch gefällten, als auch der mancher Riffe von Muschel- und Korallenkalk, von mineralischer Materie entlehnt seyn muss, die den geschmolzenen und glühenden Felsarten in den Eingeweiden der Erde durch plutonische Wirksamkeit entzogen und durch Gase und Dämpfe emporgetrieben worden ist.

Aber nicht allein kohlensaurer Kalk, sondern auch freies kohlensaures Gas entwickelt sich sehr häufig aus dem Boden und aus Felsspalten, in den Gegenden von erloschenen und thätigen Vulkanen, wie im Gebiet von Neapel und in der Auvergne. Dadurch mögen fossile Muscheln und Korallen oft ihre Kohlensäure verlieren und der zurückbleibende Kalk mochte in die Verbindung von Augit, Hornblende, Granat und anderer hypogener Mineralien eingehen. Dass die Entfernung der Kalksubstanz der fossilen Muscheln ein häufiges Vorkommen ist, wird durch die Thatsache bewiesen, dass solche organische Reste oft durch Kiesel- oder eine andere Mineralsubstanz ersetzt worden sind und dass der von dem Petrefact einst eingenommene Raum leer, oder nur durch einen schwachen Abdruck bezeichnet, zurückgeblieben ist. Wir brauchen uns wirklich nicht darüber zu wundern, dass die krystallinischen Schichten keine organischen Reste enthalten, wenn wir uns nur erinnern, wie oft die Versteinerungen, theilweis oder gänzlich, selbst aus tertiären Formationen verschwunden sind — wie oft ungeheure Sandstein- und Schieferthonmassen verschiedenen Alters und von Tausenden von Fussen Mächtigkeit, versteinerungsleer sind — wie gewisse Schichten zuerst einen

Digitized by Google

Theil ihrer Versteinerungen verlieren mochten, wenn sie halbkrystallinisch wurden, oder den Wernerschen Uebergangszustand annahmen — und wie die noch übrigen organischen Reste verwischt wurden, wenn die Schichten gänzlich metamorphisch wurden. Manche Felsarten der letzten Klasse müssen ausserdem wiederholt einer erneuerten plutonischen Einwirkung unterworfen worden seyn.

Druckfehler.

Seite 19	Zeile 6 v. o.	folgt hinter Titelkupfer Taf. 1.
- 34	- 10 v. u.	l. Taf. 2 st. Taf. 1.
- 66	- 13 v. o.	l. nierenförmigen st. konkretionären.
- 85	- 4 v. o.	l. Denudation st. Denutation.
- 102	- 12 v. u.	folgt hinter ABC Fig. 79.
- 187	- 5 v. u.	muss statt des Punkts hinter System ein Komma stehen.
- 249	- 5 v. o.	l. Menaistrasse st. Monaistrasse.
- 317	- 6 v. o.	folgt hinter *Columnaria oblonga* (Fig. 199).
- 358	- 5 v. o.	l. Blainv. st. Blaino.
- 369	- 4 v. o.	l. Lycopodiaceen st. Lycododiaceen.
- 388	- 7 v. o.	l. Lyellii st. Lybellii.

Digitized by Google

Beim Verleger dieses sind erschienen und in allen Buchhandlungen zu haben:

Dr. C. F. A. Hartmann's Taschenbuch für reisende Mineralogen, Geologen, Berg- und Hüttenleute durch die Hauptgebirge Deutschlands und die Schweiz. Nebst einem Atlas von 14 lithographirten Tafeln mit illuminirten Gebirgsdurchschnitten und Karten. 8. elegant in Wachstaffet gebunden mit Futteral. 3½ Rthl. od. 6 fl.

Bei den häufigen Reisen, welche jetzt hauptsächlich von jungen, angehenden Naturforschern in mineralogischer, berg- und hüttenmännischer Beziehung gemacht werden, war ein Werk, wie das durch den obigen Titel näher bezeichnete, ein wahres Bedürfniß. — Nach einer Einleitung über einige allgemeine geologische Punkte und über die geologische Geographie geht der Verfasser zu den einzelnen Gebirgen über. Er beginnt mit dem Harz, geht über den Kyffhäuser nach dem Thüringer Walde, von diesem durch den Frankenwald nach dem Fichtelgebirge, von dort nach dem Sächsischen Erzgebirge, dann nach dem Niederschlesischen, Glatzischen und Böhmischen Gebirge, darauf nach den Alpen, nach dem Schwarzwalde und endlich nach dem Niederrheinisch-Westphälischen Gebirge. — Von jedem dieser Gebirge ist zuvörderst eine orographische Uebersicht gegeben, dann wird von seiner geologischen Beschaffenheit, darauf von den darin vorkommenden Mineralien und endlich von dem in dem Gebirge umgehenden Bergbau- und Hüttenbetriebe geredet.

Dessen Mineralogie in 26 Vorlesungen. Ein Lehrbuch für Berg-, Forst-, Real- und politechnische Schulen, Gymnasien und zum Selbststudium. Mit 358 Holzschnitten. gr. 8. 3 Rthl. od. 5 fl. 4 kr.

D'Aubuisson de Voisins, Lehrbuch der Geognosie, oder Darstellung der heutigen Kenntnisse von der physikalischen und mineralogischen Beschaffenheit des Erdkörpers. Im Auszuge übersetzt von C. Hartmann. 2 Theile mit Gebirgsprofilen. 2 Rthl. od. 3 fl. 36 kr.

(Wird in der Leipz. Litztg. 1823 Nr. 204 besonders Allen empfohlen, die sich mit dem gegenwärtigen Standpunkte der Geognosie bekannt machen wollen.)

Digitized by Google

Digitized by Google

QE
26
.L874

Lyell
Elemente der
Geologie
953624

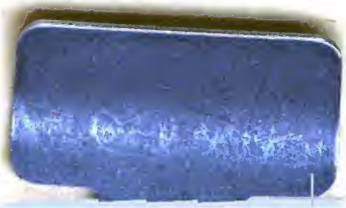
Mr 4 1 7V
20 Jr 1 7V

J. T. Hollander
W206

10/22/52 Dick Anderson Dec 23 1952T

953624

wrd



Digitized by Google

QE26.L874 c.1
Elemente der geologie
086 036 348
UNIVERSITY OF CHICAGO

Digitized by Google